

**TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI  
FAKULTA TEXTILNÍ**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**LIBEREC 2010**

**HANA MÍČOVÁ**

# TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

## FAKULTA TEXTILNÍ



Studijní program: Průmyslový management N3108

Studijní obor: Produktový management

### **Kapalinová filtrace v medicíně a biotechnologii**

### **Liquid filtration - Medicine and Biotechnology**

Hana Míčová

KHT - 027

**Vedoucí bakalářské práce:** Ing. Jiří Cerman, Ph.D.

**Rozsah práce:**

Počet stran textu....72

Počet obrázků .....18

Počet tabulek.....11

Počet grafů.....2

Počet stran příloh..1

Zadání bakalářské práce

(vložit originál)

# PROHLÁŠENÍ

Byla jsem seznámena s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

Datum

Podpis

## **PODĚKOVÁNÍ**

Děkuji svému vedoucímu diplomové práce Ing. Jiřímu Cermanovi Ph.D. za jeho zájem, ochotu, odborné rady a připomínky. Mé díky patří také lidem, kteří ochotně konzultovali, jako je pan Ing. Michal Bittner Ph.D. a Ing. Jakub Hrůza Ph.D. Děkuji své rodině za podporu v průběhu celého mého studia.

# ANOTACE

Tato diplomová práce pojednává o kapalinové filtraci v medicíně a biotechnologii. Práce vznikla ve spolupráci s firmou Elmarco s.r.o. Pro lepší pochopení této práce jsou v první řadě charakterizovány základní pojmy. Základním úkolem bylo vytvořit analýzu trhu kapalinové filtrace. Po dohodě s Elmarcem byly vybrány dvě nejzajímavější aplikace, filtrace při dialýze a filtrace piva. Na základě analýzy byly identifikovány substituční produkty a potenciální zákazníci. Práce také obsahuje charakteristiku inovace filtrů vyrobených z nanovláken. Dále bylo provedeno technologicko - ekonomické zhodnocení nanovlákněných filtrů a následně byly zváženy příležitosti a překážky zavedení inovativního produktu na trh.

## **ANNOTATION**

This thesis deals with a liquid filtration in medicine and biotechnology. The work was created in cooperation with Elmarco p. l. c. company. For better understanding of this work the basic concepts are characterized first. The basic task was to create a market analysis of the liquid filtration. Two the most interesting applications were chosen after an agreement with Elmarco, these were a filtration during dialysis and a beer filtration. On the basis of the analysis were identified the substitution products and potential customers. The work also contains a characteristic of filter innovation produced from nanofibers. Further a technological - economic evaluation of nanofiber filters was completed and then subsequently were considered opportunities and obstructions of launching in the market.

## **KLÍČOVÁ SLOVA:**

Nanovlákná

Nanospider

Kapalinová filtrace

Dialýza

Pivo



## **KEY WORDS:**

Nanofibers

Nanospider

Liquid filtration

Dialysis

Beer

## Obsah

1	Úvod .....	12
2	Kapalinová filtrace .....	13
2.1	Základní pojmy .....	13
2.1.1	Biotechnologie .....	13
2.1.2	Medicína.....	13
2.1.3	Filtrace.....	13
2.1.4	Filtrovaná kapalina .....	13
2.1.5	Filtry .....	14
2.1.6	Zachycení částic .....	14
2.1.6.1	Plošně (povrchově).....	14
2.1.6.2	Hlubkově .....	14
2.1.7	Rozdělení filtrů dle tvaru.....	15
2.1.8	Filtrační vlastnosti .....	16
2.1.9	Hlavní parametry filtrace.....	17
2.1.10	Dělení filtrace dle velikosti filtrovaných částic.....	18
2.1.11	Metody pro zlepšení filtračních charakteristik .....	19
2.2	Největší světové firmy obchodující s kapalinovou filtrací.....	19
2.3	Dialýza (kapalinová filtrace při dialýze) .....	22
2.3.1	Princip dialýzy.....	23
2.3.2	Formy dialýzy .....	24
2.3.2.1	Hemodialýza.....	24
2.3.2.2	Peritoneální dialýza .....	26
2.3.3	Složení dialyzačního roztoku .....	27
2.3.4	Dialyzační monitor .....	27
2.3.5	Reversní osmóza při dialýze.....	28
2.3.6	Dialyzátor .....	28
2.3.7	Vývoj dialyzační techniky.....	30
2.3.8	Filtrace při dialýze.....	30
2.3.9	Zajímavosti .....	31
2.3.9.1	Diamantová dialýza.....	31
2.3.10	Největší výrobci dialyzační techniky .....	31
2.4	Pivo (filtrace piva).....	32

2.4.1	Technologie výroby piva.....	33
2.4.2	Závěrečné úpravy piva- filtrace.....	34
2.4.3	Možnosti filtrace piva.....	35
2.4.4	Světová výroba piva .....	38
2.4.5	Největší světové pivovary (podle objemu prodeje piva ).....	38
2.4.6	Země s největší výrobou .....	39
2.4.7	Zajímavosti o pivu.....	39
3	Inovativnost filtrů v kapalinové filtraci pomocí nanovláken .....	39
3.1	Nanovlákn.....	39
3.2	Vlastnosti nanovláken .....	40
3.3	Nanočástice .....	40
3.4	Nanotechnologie.....	41
3.4.1	Technologie Nanospider.....	41
3.5	Vývoj pomocí nanotechnologií .....	42
3.6	Výroba nanovláken pro kapalinovou filtraci.....	43
3.7	Využití filtrů s nanovlákn.....	44
3.8	Důvody pro použití nanovláken pro filtraci .....	44
3.9	Výhody a nevýhody nanovláken v kapalinových filtrech.....	44
3.10	Společnosti obchodující s nanovláknými medii .....	45
3.10.1	Elmarco s.r.o. ....	46
3.10.1.1	Elmarco versus konkurence.....	47
4	Analýza současného trhu.....	48
4.1	Dialýza .....	48
4.1.1	Přehled trhu .....	48
4.1.2	Analýza substitučních výrobků .....	48
4.1.3	Potenciální zákazníci.....	49
4.2	Pivo.....	49
4.2.1	Přehled trhu .....	49
4.2.2	Analýza substitučních výrobků .....	50
4.2.3	Potenciální zákazníci.....	50
5	Základní technologicko- ekonomické zhodnocení.....	51
5.1	Technologie výroby nanovláken .....	51
5.1.1	Technologie Nanospider.....	51
5.1.1.1	Charakteristika technologie Nanospider .....	52

5.2	Ekonomické zhodnocení .....	54
5.2.1	Filtrace piva.....	54
5.2.1.1	Křemelinová filtrace.....	54
5.2.1.2	Membránová filtrace .....	54
5.2.2	Hemodialýza.....	59
6	Příležitosti a překážky zavedení inovativního produktu .....	62
6.1	Swot analýza .....	62
6.2	Zdravotnictví a potravinářství z pohledu legislativy .....	63
7	Závěr a diskuse výsledků .....	65
8	Použitá literatura .....	67

# 1 Úvod

Současný rozvoj lidské společnosti vyžaduje stále větší nároky na dnes používané materiály. Jedním z těchto oborů, kde jsou na materiál kladeny čím dál větší požadavky, jsou filtrační media pro filtraci kapalin a plynů. Po objevu nanovláken na Technické Univerzitě v Liberci prof. Jirsákem v roce 2003 a navázání spolupráce se společností Elmarco s.r.o. došlo v tomto oboru ke značnému rozvoji. Základní výhodou nanovláknenných textilií pro filtraci je především to, že lze dosáhnout stejné efektivity filtrace (poměr zachycení /nalétávající filtrace) při nižších hodnotách „škodlivého“ tlakového odporu (tlakového spádu), než by bylo možno dosáhnout dodnes používanými konvenčními materiály. Proto lze s nanovláknem vyrobit efektivnější filtr, který klade menší odpor proudění, méně zatěžuje ventilátory a čerpadla, čímž je menší spotřeba energie a nižší provozní náklady. Další výhodou nanovláknenných textilií je jejich schopnost se pouze povrchově zanášet, což vede k výraznému zvýšení životnosti filtru. A v neposlední řadě mají filtry z nanovláken schopnost zachycovat i velmi malé částice.

Tato diplomová práce se zabývá filtrací kapalin v medicíně a biotechnologii. Po úvodním seznámení se současným stavem možnosti výroby filtrů kapalin pro medicínu a biotechnologie následuje analýza tržního segmentu, ve kterém se předpokládá uplatnění filtrace kapalin pro medicínu a biotechnologie s ohledem na velikost trhu a jeho vývoje a struktury. Dále je definována inovativnost filtrů v daném oboru s využitím nanovláken a substituční produkty, potenciální zákazníci, popřípadě partneři pro výzkum a vývoj. V závěrečné části je provedeno technologicko – ekonomické zhodnocení filtru s využitím nanovláken v medicíně a biotechnologiích a na úplný závěr práce jsou vyhodnoceny příležitosti a překážky pro zavedení inovativního produktu s využitím nanovláken v daném tržním segmentu na trh a je odhadnut případný časový horizont pro jejich zavedení.

## **2 Kapalinová filtrace**

### **2.1 Základní pojmy**

#### **2.1.1 Biotechnologie**

Technologie založené na využívání poznatků z biologie, využívá se v zemědělství, potravinářství a medicíně. Jde především o využívání nižších organismů. Biotechnologie je jakákoli technologie, využívající biologické systémy, živé organizmy nebo jejich části k určité výrobě nebo jejich přeměně či jinému specifickému použití. [1]

#### **2.1.2 Medicína**

Lékařství nebo medicína (z lat. *ars medicina*, umění léčit) je věda o zdraví, stavech a chorobných procesech člověka, o způsobech léčení a předcházení nemocem. Tento vědní obor má za úkol chránit a zlepšovat zdraví lidí. Úzce navazuje na biologii a opírá se o poznatky biologie, chemie, fyziky a stále více se prosazuje také informatika. [2]

#### **2.1.3 Filtrace**

Obecně jde o proces oddělování pevné, kapalně a plynné látky pomocí filtru. Tato operace patří do procesu separace a je jeho nejdůležitější částí. V této operaci přichází filtrát k filtru, který zadrží určitý podíl pevných částic na svém povrchu (koláčová filtrace, vznik usazeniny - koláče) nebo uvnitř své struktury (hloubková filtrace). Část nezachycených částic prochází ve filtrátu skrze filtr. [3]

#### **2.1.4 Filtrovaná kapalina**

Nazývaná také jako filtrát nebo filtrační médium je kapalina, ve které jsou rozptýleny pevné filtrované částice a která je unášena po dané trajektorii směrem k filtru. Po průchodu filtrem zůstává část pevných částic ve filtrátu, ten se proto následně čistí, recykluje. [3]

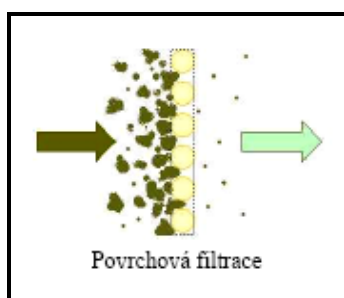
### 2.1.5 Filtry

Filtrem, v některých případech nazývaným jako filtrační prostředek, je propustný materiál, který dovoluje filtrované kapalině projít skrz, ale současně v sobě zadržuje filtrované částice. Složení filtračního prostředku je různé, počínaje od tkaných textilií a drátěných pletiv po plstě a jiné materiály, které mají spletitou strukturu. Jestliže filtrační prostředek nedovolí prostoupení tekutiny, zatímco zadrží filtrované částice, je vadný. Vhodný výběr filtru je rozhodující, správná volba záleží na mnoha faktorech. Těmi jsou- schopnost zadržet částice, aby nepronikly do struktury média, propustnost, materiál, ze kterého jsou filtry vyrobeny, např. polymer nebo kov, a detaily konstrukce, např. způsob propletení u tkaných prostředků. [3]

### 2.1.6 Zachycení částic

#### 2.1.6.1 Plošně (povrchově)

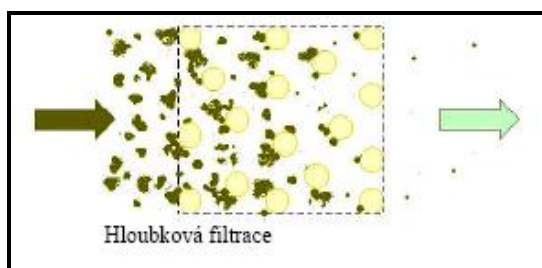
Nejjednodušší způsob, částice jsou větší než póry, a proto zůstanou na povrchu, působí jako síťový efekt.[3]



Obr.1 Povrchová filtrace [3]

#### 2.1.6.2 Hlubkově

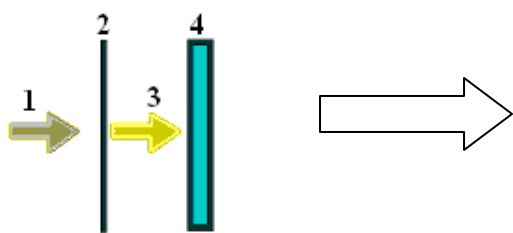
Zachytí cca. 99% a pouhé 1% může projít kanálkami, tento způsob může zachytit menší částice než je velikost póru. Částice jsou zachyceny uvnitř filtru.[3]



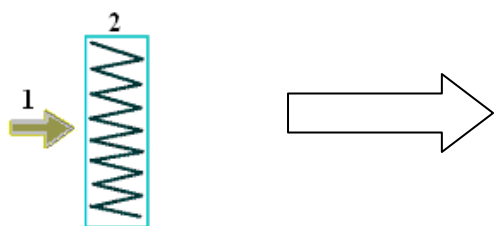
Obr. 2 Hlubková filtrace [3]

## 2.1.7 Rozdělení filtrů dle tvaru

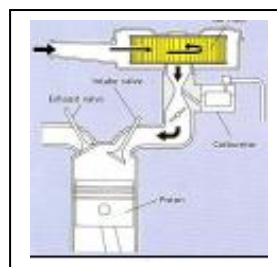
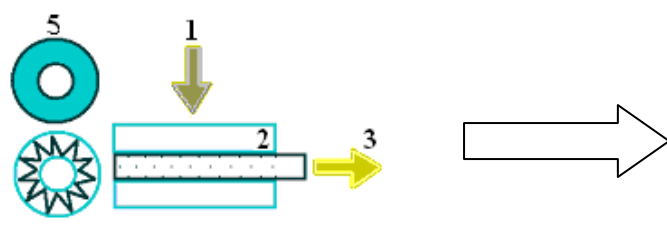
### ➤ Ploché (koláčové)



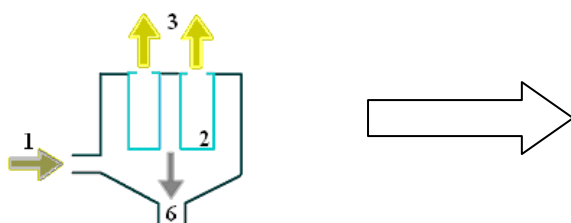
### ➤ Skládané



### ➤ Svíčkové (Patronové)

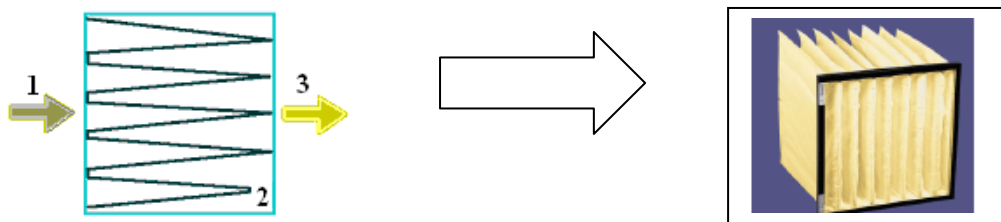


### ➤ Hadicové





➤ Kapsové



Obr. 3 Druhy filtrů<sup>1</sup>

### 2.1.8 Filtrační vlastnosti

➤ Tlakový spád

Tlakový spád, neboli rozdíl tlaku před a za filtrem, zjistíme pomocí vzorce

$$\Delta p = p_1 - p_2 \text{ (Pa)}, \quad (1)$$

kde

$p_1$  - tlak filtrátu před průchodem filtrem

$p_2$  - tlak filtrátu po průchodu filtrem

$\Delta p$  - rozdíl těchto tlaků

➤ Prodyšnost

Množství tekutiny, které projde skrz 1 m<sup>2</sup> filtru za 1 minutu při definovaném tlakovém spádu (obvykle 196 Pa), jednotky (l/m<sup>2</sup>/min).

➤ Životnost

Určuje, kdy je třeba filtr vyměnit (např. z důvodu opotřebovanosti).

---

<sup>1</sup> Popis jednotlivých úseků obrázků:

1 - filtrované medium, 2 - filtr, 3 - filtrované medium po průchodu filtrem, 4 - pomocný filtr, 5 - průřez filtrem, 6 - odloučené částice. [3]

➤ Efektivita (odlučivost částic)

Určuje množství částic, které filtr zachytí, vypočítáme ji pomocí vzorce

$$E = 1 - (G_1 / G_2) [\%], \quad (2)$$

kde

$G_1$  - podíl disperzního podílu za filtrem

$G_2$  - podíl disperzního podílu před filtrem.

Čím menší tlakový spád a čím větší efektivita, tím lepší je filtrační schopnost.

V některých případech se efektivita zjišťuje nepřímou.

➤ Porozita

Velikost póru určená obvykle střední, či maximální hodnotou, nebo distribucí velikostí, určuje množství pórů ve filtru.

➤ Odolnost vůči vnějším vlivům

Mechanickým, chemickým, teplotním, kombinacím. [3]

### 2.1.9 Hlavní parametry filtrace

Jsou to ty parametry, které ve výsledku ovlivňují konečné vlastnosti. Je možné je během procesu ovlivňovat, upravovat a měnit. [3]

⇒ Parametry filtračního materiálu

- Plocha filtru

- Stejnoměrnost materiálu

- Tloušťka filtru

- Parametry materiálu

- Plošná a objemová hmotnost filtru

- Parametry vláken

⇒ Parametry filtrovaných částic

- Velikost částic disperzního podílu
- Tvar a povrch částic
- Distribuce těchto částic
- Objemová hmotnost částic
- Koncentrace částic
- Elektrické vlastnosti

⇒ Parametry procesu filtrace

- Rychlost náletu částic na filtr
- Teplota, tlak, vlhkost
- Viskozita protékajícího media

## **2.1.10 Dělení filtrace dle velikosti filtrovaných částic**

➤ Mikrofiltrace

Částice jsou velikostí od 0,1 μm do 1 μm (např. pigmenty, bakterie, asbest), hnací silou tohoto procesu je rozdíl tlaku.

➤ Ultrafiltrace

Částice jsou velikostí od 3 nm do 0,1 μm (např. bílkoviny, viry, želatina, hnací silou tohoto procesu je rozdíl tlaku)

➤ Nanofiltrace

Zde se udává spíše rozmezí molekulárních hmotností filtrované látky a to přibližně od 200 g/mol do 15.000 g/mol, což odpovídá přibližně velikosti částic od 1 nm do 10 nm (např. barviva, pesticidy, herbicidy, cukry), hnací silou tohoto procesu je rozdíl tlaku. [3]

➤ Reverzní osmóza

Jde o proces, který dovoluje transport rozpouštědla membránou, zatímco rozpuštěné soli a nízkomolekulární složky zachycuje. Proces je založen na aplikaci vnějšího tlaku ze strany koncentrovanějšího roztoku, což způsobí obrácení přirozeného jevu osmózy. [4]

➤ Membránová filtrace (membránové separační procesy)

Membránová filtrace (někdy membránová separace) je technika úpravy kapalin, která je charakterizovaná tím, že má nejnižší provozní náklady pokud jde o proces odfiltrování mikročástic. Membránová filtrace je fyzikální proces, při němž jsou z kapaliny odstraňovány částice tak, že se zachytí na polopropustné membráně. [5]

Rozdíl mezi reverzní osmózou a klasickou filtrací je takový, že při procesu reverzní osmózy se odstraněné látky kontinuálně odvádějí do odpadu, zatímco při klasické filtraci zůstávají na filtru. Tímto zůstávají v kontaktu s další protékající vodou, čímž zanášejí filtr a mění jeho propustnost. Životnost klasického filtru je tak mnohonásobně nižší než reverzně-osmotické membrány. [34]

### **2.1.11 Metody pro zlepšení filtračních charakteristik**

- Zvýšení hustoty filtru
- Růst tloušťky filtru
- Orientace vláken
- Metoda skládání filtru [57]

## **2.2 Největší světové firmy obchodující s kapalinovou filtrací**

Na světě je řada firem, které obchodují s kapalinovou filtrací. Firmy jsou buď výrobci filtrů, nebo pouze jejich distributory.

### **Donaldson Company**

Přední světový dodavatel filtračních systémů a náhradních dílů, společnost byla založena v roce 1915. Donaldson řeší filtraci pomocí inovačních vývojů a výzkumů. Společnost má řadu zkušeností s filtrací pro náročné aplikace v medicíně, pomáhá při rozvoji účinnějších prostředků pro zdravotnictví a neustále je inovuje. Donaldson se zabývá filtračními médii z hlediska ochrany proti bakteriím a zásadním způsobem prodlužuje životnost výrobků. (Výhody membrány TetraTEX: hydrofóbní propustnost, biokompaktibilita, tepelná stabilita, chemická netečnost, minimální extrakt). Velikost pórů membrány je v rozmezí od 0,07 do 1,5 mikrometrů a mohou být použity do skládaných kazetových filtrů pro kapalinovou a plynnou filtraci ve farmaceutickém, potravinářském (jídlo pití) průmyslu. Přístup firmy Donaldson® Torit® k výzkumu a vývoji filtrace je jedinečný v oblasti průmyslu (farmaceutického a potravinářského). Toto jim dovolí navrhnout ideální řešení pro prakticky všechny aplikace. Ve skutečnosti, žádný jiný výrobce nenabízí tak mnoho různých řešení. [39]

### **Pall Corporation**

Tato americká společnost patří k největší výrobcům v oblasti filtrace pro odvětví jako je biofarmacie, potraviny a nápoje, lékařství. Společnost má velké zkušenosti s filtrací vody, piva a nejen v těchto odvětvích neustále inovuje své technologie. [44]

### **Norit Process Technology BV**

Společnost, zabývající se mimo jiné membránovou filtrací, se sídlem v Holandsku. Díky své technologii se specializuje na řadu odvětví, počínaje vodou, přes nápoje až k zdravotnictví.[43] Partnerem, v pivovarnickém průmyslu, společnosti Norit je vietnamská firma Orgisco. [53]

### **LENSER Filtration GmbH**

Německá společnost s obratem 34,4 mil. EUR a 225 zaměstnanci. Zabývají se membránovou filtrací v řadě odvětví, včetně filtrace piva. [51]

### **Hollingsworth & Vose(USA) H & V**

Firma založena v roce 1843, sídlící v USA. Jde o výrobce vynikajících médií pro high-účinnost v aplikaci kapalinové filtrace. Přinesla inovaci na průmyslový trh, tato

inovativní cesta vedla k vývoji nových řad nanovláknenných membrán obsahujících vlákna o průměru 0,3 až 0,5 mikronu. Nabízí vynikající účinnost filtrace s nižším poklesem tlaku než u běžných médií. H & V nanovláknenná vrstva nabízí v průměru o 40% vyšší pórovitost pro danou Micron rating ve srovnání se standardní nabídkou produktů. [47]

### **Dow (MSA)**

Firma, mající zkušenosti s nanovláknny, které přidává do klasických filtrů. Do filtrů firma přidává MSA polymery. V roce 2009 byl roční obrat společnosti ve výši 45 mld. EUR, firma zaměstnává okolo 52 000 zaměstnanců, vyrábí přes 5000 výrobků, které jsou vyráběny na 214 místech ve 37 zemích po celém světě. [46]

### **NanoFMG**

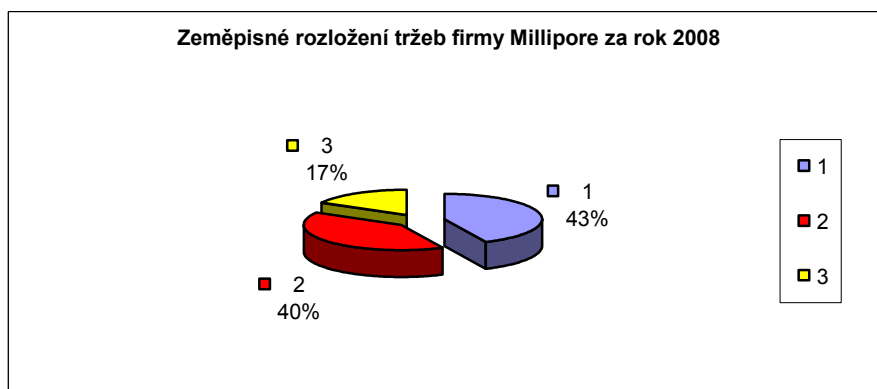
Obchodní společnost sídlící v Turecku a zabývající se nanovláknny pomocí metody elektrospinning. [40]

### **Clarcor UK**

Americká společnost, která koupila výrobní linku od firmy Elmarco. Clarcor je globálním dodavatelem produktů pro filtraci vzduchu a kapalin s celosvětovou základnou zákazníků, vynikající kvalitou produktů, vedoucími značkami na trhu a s rozsáhlou distribuční sítí. [45]

### **Millipore, s.r.o.**

Americká firma, zabývající se výrobou a dodávkou filtrů a filtračních zařízení. Millipore rozšířila své schopnosti prostřednictvím strategické akvizice, firma nabízí rozsáhlé portfolio v oblasti filtrace v medicíně. V roce 2008 dosáhlo Millipore tržeb 1,6 miliardy dolarů. [41]



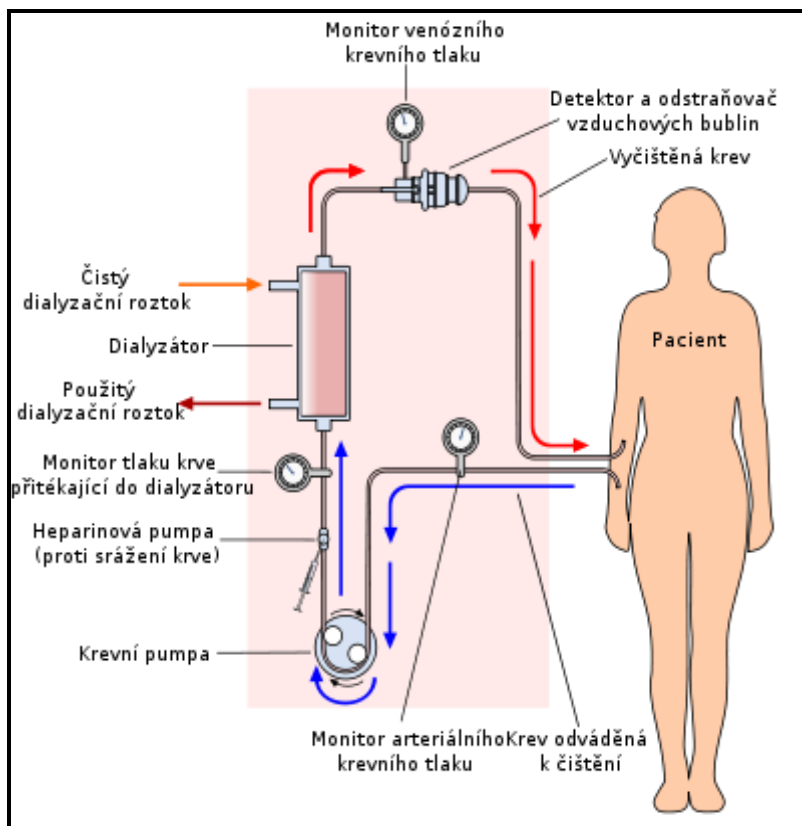
Graf 1 Zeměpisné rozložení tržeb firmy Millipore, kde modrou barvu (43%) představuje Amerika, červenou (40%) Evropa a žlutou (17%) představuje Asie. [41]

Následující kapitola obsahuje dvě vybrané aplikace, které budou v další části této práce podrobně zpracované. Po hrubé analýze trhu, byly vybrány filtrace při dialýze a filtrace piva. Jeden z hlavních důvodů pro tento výběr byl takový, že na trhu zatím neexistují filtry inovované nanovlákenou vrstvou využívající se při filtraci těchto dvou aplikací. Důvody, proč tomu tak je, mohou být vysoké náklady na pořízení, setrvačnost trhu, neinformovanost či neznalost potenciálních zákazníků.

## 2.3 Dialýza (kapalinová filtrace při dialýze)

Jde o proces, při němž jsou z těla odstraněny odpady metabolismu, které jsou u zdravého člověka odstraňovány pomocí ledvin. Tento proces není léčbou, neboť nemocné ledviny nijak neléčí, ale bezprostřední život zachraňující výkon, bez něhož by člověk s nefunkčními ledvinami zemřel. Dialýza potřebuje k tomu, aby proběhla účinně, určitý čas, neboť škodlivé látky putují semipermeabilní membránou postupně (ne najednou). Čím jsou škodlivé látky menší, tím snadněji proklouznou póry a jsou odstraněny. Buňky a většina krevních bílkovin jsou příliš velké na to, aby byly z krve odstraněny; nemohou póry projít. Některé pro organismus důležité látky jako např. ve vodě rozpustné vitamíny membránou projdou, a proto musí být dodávány tělu zpět v potravě nebo ve formě tablet. Dialýza není jednorázová záležitost, nýbrž musí být prováděna pravidelně, neboť se v těle neustále hromadí nové škodlivé látky. Správně provedená dialýza (zejména dostatečná dialyzační dávka) spojená s dodržováním patřičné životosprávy (hlavně dieta) však umožňuje dobrou

kvalitu života nemocných. Zatímco zdravé ledviny pracují nepřetržitě celých 24 hodin denně, dialýzou se krev očišťuje od zplodin metabolismu a přebytečné vody zpravidla pouhých 12 až 15 hodin týdně. O nastavení parametrů dialýzy rozhoduje nefrolog (specialista na nemoci ledvin). Těmito parametry jsou frekvence (kolikrát týdně bude dialýza probíhat), délka (počet hodin), potřebný minimální průtok krve a dialyzačního roztoku a velikost filtru. [9]



Obr. 4 Princip dialýzy [6]

### 2.3.1 Princip dialýzy

Jde o princip polopropustné membrány. Na jedné straně této membrány protéká krev, na druhé je dialyzační roztok. Látky s rozdílnou koncentrací v krvi a v roztoku přecházejí z oblasti s vysokou koncentrací do oblasti s nízkou koncentrací. A tak látky škodlivé, obsažené v krvi, které však nejsou v dialyzátu, postupně přecházejí z krve do dialyzačního roztoku. Bohužel obdobně se přeskupují i látky prospěšné pro tělo (jako vitamíny nebo aminokyseliny). Látky, které se při dialýze nesmí z těla odstranit (sole, vápník atd.) musejí být proto přítomny i v dialyzátu. Všechny takové látky však do dialyzátu přidat nelze (například zmíněné vitamíny a aminokyseliny), a tak je pacient musí nahrazovat klasickou cestou, v potravě, a proto se doporučuje během dialýzy jíst, popřípadě v tabletách. Dialyzát



pak naopak nesmí obsahovat jiné cizorodé látky, které by přešly opačně z dialyzátu do krve. Proto se k míchání roztoku používá absolutně čistá voda, která je vyčištěná pomocí mechanických filtrů a reverzní osmózy. Současná norma se řídí evropským standardem popsáním v European Pharmacopia standard, maximální možná koncentrace bakterií a toxinů ve vodě je 100 CFU/ml (bakteriálních kolonií/ml). [11]

## **2.3.2 Formy dialýzy**

### **2.3.2.1 Hemodialýza**

Při tomto typu dialýzy se k odstraňování zplodin látkové proměny a přebytečných škodlivin z krve nemocného užívá umělá ledvina. Umělá ledvina se skládá ze dvou částí. Jedna je určena pro vaši krev a druhá pro čistící dialyzační roztok. Obě části jsou od sebe odděleny tenkou polopropustnou membránou. Krevní buňky, bílkoviny a další důležité látky v krvi zůstávají, jejich velikost jim totiž neumožní prostupnost membránou. Menší škodlivé zplodiny jako je močovina, kreatinin a zvláštní tekutiny procházejí membránou a jsou odváděny pryč. Aby se krev mohla dostat do umělé ledviny, musí lékaři chirurgicky umožnit přístupu do krevních cest na ruce nebo noze pacienta. Lékař spojí pod kůží tepnu s žílou a vytvoří tzv. fistuli (stunt). Po jejím zhojení může začít dialýza, že do tepenné a žilní části fistule jsou zavedeny dvě jehly s plastickými trubičkami, které zabezpečují napojení na umělou ledvinu. Je to proces, který se opakuje obvykle třikrát týdně a trvá čtyři až šest hodin, ale je to individuální, a proto čas potřebný pro jednu hemodialýzu závisí na následujících faktorech:

- jak dalece fungují ledviny pacienta
- váhový rozdíl mezi dialýzami
- jaké množství škodlivých látek je v těle nemocného

Během jedné dialýzy projde přístrojem asi tolik litrů krve, kolik pacient sám váží v kilogramech, a proteče asi 160-200 litrů dialyzačního roztoku. Provádí se v tzv. dialyzačních střediscích, kterých je u nás v této době již dostatečný počet (okolo 100), takže již nemusí docházet k tomu, že by pacienti umíraly na selhání ledvin (což bylo časté do roku 1989). [6], [7]



Obr. 5 Hemodialyzační přístroj [6]

**Účinnost hemodialýzy je závislá na:**

- Ploše a vlastnostech membrány
- Průtoku krve a dialyzačního roztoku
- Velikosti molekul látek
- Době dialyzačního léčení

**Historie hemodialýzy v datech**

1912 – první pokus o hemodialýzu u králíka (J. Abel, L. Rowntree, B. Turner)

1924 – G. Haas provedl první hemodialýzu u člověka, poprvé použil krevní pumpu

1926 – poprvé nasazen heparin (R. Lim, H. Necheles)

1937 – W. Thalhimer poprvé používá při dialýze celofánovou membránu

1945 – W. Kolff zkonstruoval bubnový hemodialyzátor (označován otcem hemodialýz), a byla provedena první úspěšná hemodialýza v Holandsku u pacientky s akutním selháním ledvin

1947 – N. Alwall používá na straně dialyzátu uzavřený systém pod tlakem

1955 – První hemodialýza provedena v Československu ve Všeobecné fakultní nemocnici

1956 – na trh přichází cívka Travenol, první dialyzátor na jedno použití

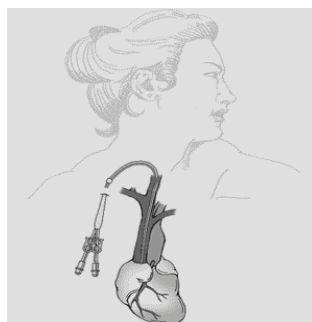
70. léta – cívka zavedena i v čs. dialyzačním programu (Opatrný, K, 1999, s. 310) [48]

### 2.3.2.2 Peritoneální dialýza

V tomto případě se krev čistí uvnitř těla pacienta pomocí pobřišnice (peritonea). Lékař chirurgicky zavede plastovou trubičku - katetr do břicha. Dialýza tedy probíhá tak, že pomocí katetru je do břišní tekutiny (peritonea) pomalu napuštěn dialyzační roztok. Katetr je umělohmotná hadička rozdělená uvnitř na dvě souběžné žíly, na vyčnívajícím konci je rozvětvený do dvou přípojek, v těle zavedený do velké vnitřní žíly, obvykle do horní duté žíly přes krční žílu nebo do stehenní žíly přes tříslu. Nežádoucí tekutiny a škodlivé látky jsou odváděny z krve do dialyzačního roztoku. [6]



Obr. 6 Netunelovův katetr v krční žíle [6]



Obr. 7 Katetr v horní duté žíle[6]

Existují tři druhy peritoneální dialýzy.

- kontinuální ambulantní peritoneální dialýza (CAPD)
- kontinuální cyklická peritoneální dialýza (CCPD)
- střádatvá (intermitentní) peritoneální dialýza (IPD)

CAPD - kontinuální ambulantní peritoneální dialýza se provádí bez použití jakéhokoliv přístroje. Pacient si ji dělá sám většinou pětkrát denně doma nebo v zaměstnání a vzhledem k tomu, že probíhá sedm dní v týdnu, se více blíží činnosti zdravých ledvin. Pomocí katetru nalije dialyzační roztok z vaku s dvoulitrovým objemem do peritonea, kde tento roztok zůstane 4-5 hodin. Při výměně vypustí použitý dialyzační roztok zpět do vaku, který je následně vyhozen. Při každé výměně roztoku je nutné se přesvědčit, že byl použit nový vak. Zatímco je roztok v břiše, může pacient vykonávat obvyklé činnosti.

CCPD – kontinuální cyklická peritoneální dialýza (domácí dialýza) se většinou provádí doma pomocí speciálního přístroje. Je podobná jako **CCPD** s tím rozdílem, že cyklus výměn se opakuje po hodině během spánku.

**IPD** – střídavá peritoneální dialýza je obvykle prováděna v nemocnicích od 10 od 12 hodin třikrát týdně. Tento způsob léčby se používá nejčastěji v naléhavých případech nebo na počátku dialyzační léčby. Podobně jako u **CCPD** jste napojen během léčby na přístroj. [8]

Oba typy dialýzy jsou velmi drahé. Peritoneální dialýza je ovšem levnější (obvykle ve světě stojí 70 % ceny hemodialýzy), obě plně hradí zdravotní pojišťovna.

### **2.3.3 Složení dialyzačního roztoku**

V dialyzačním roztoku jsou obvykle rozpuštěny tyto látky:

- sodík 135- 155 mmol/l
- draslík 2- 4 mmol/l
- vápník 1- 1,75 mmol/l
- hořčík 0,75 mmol/l
- chlor 110 mmol/l
- bikarbonát 32- 40 mol/l
- glukóza dle potřeby [42]

### **2.3.4 Dialyzační monitor**

Jedná se o složité zařízení na vysoké technické úrovni. Pumpa slouží k pohánění krve dvěma směry, do dialyzátoru a z dialyzátoru. Na monitoru můžeme měřit a regulovat rychlost průtoku krve. Monitor měří tlaky na různých místech mimotělního oběhu a alarmuje na změny, jež mohou ohrozit nemocného. Speciální čidla registrují, když do krve v mimotělním oběhu vnikne vzduch, který by při návratu do pacientova těla mohl ucpat plicní tepny a způsobit plicní embolii. Monitor zabrání návratu krve se vzduchem a spustí alarm. Navíc monitor míchá dialyzační roztok, kontroluje jeho složení a teplotu. [12]

### 2.3.5 Reversní osmóza při dialýze

Kromě elektřiny je do dialyzačního zařízení přiváděna také voda. Vzhledem k tomu, že se tato voda dostává až ke krvi pacienta (aby ji pomohla očistit), musí být dokonale čistá a mít správné složení. Tuto funkci obstarává zařízení, kterému se odborně říká „reverzní osmóza“, neboli jednoduše „vodárna“. Jde o složité zařízení skládající se z různých čerpadel, filtrů a trubek. Je tak velké, že s příslušenstvím zabere celou místnost o velikosti zhruba 2 x 3 metry. Vodárna je vlastně takové bijící srdce dialyzačního střediska rozhánějící životodárnou tekutinu k jednotlivým přístrojům. Pokud by vodárna přestala pracovat, přestanou pracovat i dialyzační přístroje. Vodárna se denně seřizuje, čistí a dezinfikuje. Jeden z nejmodernějších typů na evropském trhu vyrábí německá společnost DWA. [12]



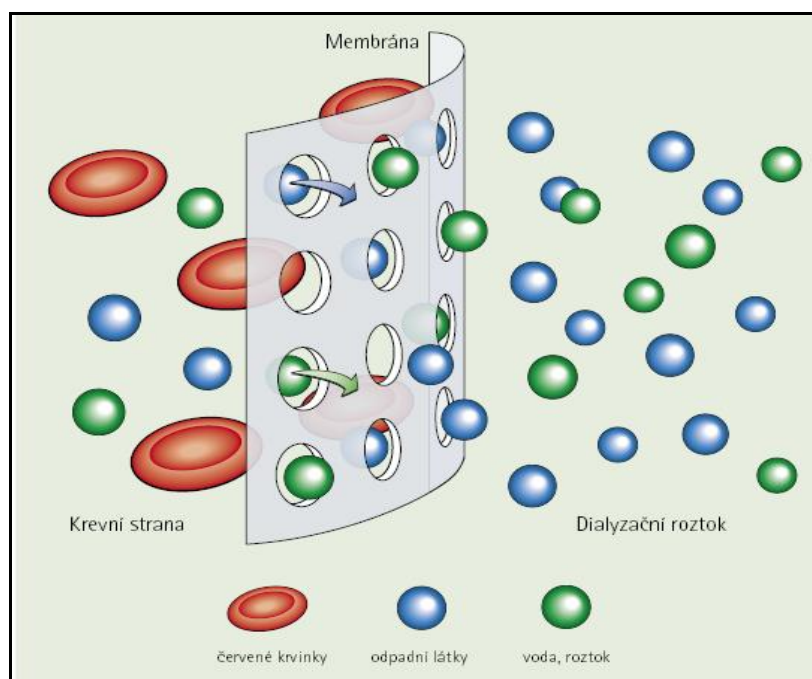
Obr. 8 Jeden z nejmodernějších typu reverzní osmózy - „vodárny“ [12]

### 2.3.6 Dialyzátor

Dialyzátor se nazývá s určitou nadsázkou jako „umělá ledvina“. I když se pojem „umělá ledvina“ používá spíše pro celý dialyzační přístroj, dialyzátor je právě tím místem, kde probíhá očišťování krve. Zde se krev setkává s dialyzačním roztokem namíchaným uvnitř přístroje, aby mu „předala“ škodliviny a přebytečnou vodu. Někdy se také pro dialyzátor používají slangové názvy jako kapsle, kapilára či filtr. Dialyzátor je svazek dutých vláken

neboli kapilár upevněný ve válcovém obalu o průměru zhruba 6 centimetrů o délce asi 30 centimetrů. Hlavním prvkem dialyzátoru je polopropustná (semipermeabilní) membrána, která částečně nahrazuje renální funkci. Při omývání membrány dialyzačním roztokem jsou z krve odstraňovány zplodiny látkové výměny, filtrují se nadbytečné tekutiny a do krve se dodávají potřebné ionty či glukóza z dialyzačního roztoku, jež má podobné složení jako krevní plazma. Dutá vlákna jsou silná přibližně asi jako šicí nit a jejich stěna je plná miniaturních pórů, kterými projdou jen ty části krve, které mají. To znamená pouze odpadní látky, minerály (např. draslík) a voda. Stěna kapilár tak tvoří membránu. Kapilár je v jednom dialyzátoru tolik, že jejich plocha, pokud by se kapiláry podélně rozřízly a položily vedle sebe, je od 1,2 do 2,2 m<sup>2</sup>. O ploše dialyzátoru určuje ošetřující lékař.

Krev je do dialyzátoru přiváděna z červené arteriální jehly a uvnitř dialyzátoru proudí jen dutými vlákny, okolo kterých stále proudí čerstvě připravený roztok. Ten do sebe nasává odpadní látky a pomocí podtlaku i vodu. Očištěná krev se pak z dialyzátoru vrací venózní modrou jehlou zpět do těla. Roztok nasycený odpadními látkami a přebytečnou vodou odtéká do odpadu. Aby se krev v tak malých kapilárách nesrazila, a kapilára tak neztratila svou funkci, podává se při dialyzačním ošetření protisrážecí lék Heparin nebo případně jiný, jemu podobný. Přípravě dialyzátoru se věnuje náležitá pozornost. [13]



Obr. 9 Dialyzátor [13]

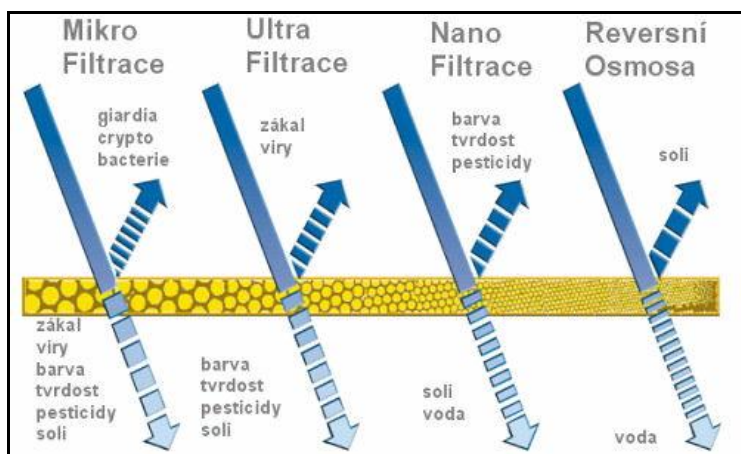
### 2.3.7 Vývoj dialyzační techniky

Dialyzační technika se stále vyvíjí. Procedura mimotělního očišťování krve je v současné době nejen účinná a technicky bezpečná, ale v řadě parametrů i individuálně volitelná. Lze si vybrat mezi desítkami různých dialyzátorů i dialyzačních koncentrátů (s různým obsahem sodíku, draslíku, vápníku, bikarbonátu a dalších složek), lze zvolit rychlost průtoku krve (i dialyzačního roztoku) mimotělním okruhem, délku procedury i požadovanou velikost a rychlost ultrafiltrace.

Některé z těchto parametrů mohou být v průběhu procedury měněny, ať již manuálně úpravou zadání, či automatizovaně podle předem zvoleného „profilu“ (změny koncentrace sodíku v dialyzačním roztoku či změny ultrafiltrační rychlosti). Běžně používaná teplota dialyzačního roztoku je 37 °C, ale již dříve bylo ukázáno, že při relativně nižší teplotě tohoto roztoku (35 °C) je nižší výskyt hypotenze (nízký tlak krve v tepnách) při dialýze, na druhou stranu někteří pacienti špatně snášejí ochlazení roztoku z důvodu zimomřivosti. Otázka změny účinnosti dialýzy při snížené teplotě, (změna kinetiky malých molekul) je pro tuto chvíli předmětem výzkumu. [52]

### 2.3.8 Filtrace při dialýze

Při dialýze se používá membránová filtrace, díky své vysoké účinnosti. Hlavní silou membránového filtru je to, že funguje bez přidavků chemických látek a s relativně nízkou spotřebou energie [32]. Řada těchto filtrů se vyznačuje bezpečností, protože mají schopnost se při určitém stupni znečištění sami zablokovat. Při dialýze se filtruje nejen krev, ale i voda. Membránová filtrace využívá řadu technologií. [33]



Obr. 10 Porovnání membránových technologií [33]

Z obrázku je zřejmé, jak účinné jsou jednotlivé membránové filtrace. Při mikrofiltraci zachytává membrána pouze velké nežádoucí částice, jako jsou například bakterie a zbytky, zákal, pesticidy, soli a jiné části membrána propustí. Ultrafiltrace je účinnější, v tomto případě membrána zachytí viry a zákaly, ale soli či pesticidy membránou projdou. Jako třetí je na obrázku znázorněná membránová technologie formou Nanofiltrace, která kromě soli a vody dokáže zadržet vše. Jako nejúspěšnější je znázorněna membránová technologie pomocí Reversní osmosy oproti předešlé technologii zadržuje i soli a jediné, co membrána propouští je voda.

### **2.3.9 Zajímavosti**

Sprádání jedné kapiláry trvá pět až sedm minut, za den je jí vyrobeno více než 40 000 km, což pro zajímavost odpovídá přibližně délce rovníku. Pro výrobu dialyzátoru jsou zapotřebí 3 km vlákna. Jeden dialyzátor obsahuje 8 000 až 14 000 vláken o průměru cca. 200  $\mu\text{m}$  a tloušťka stěny 40  $\mu\text{m}$ . Celková plocha vláken představuje 1–2  $\text{m}^2$ . [10]

#### **2.3.9.1 Diamantová dialýza**

Patent nabízející diamantový filtr, který je dostatečně malý, aby mohl být implantován do těla. Filtrace by přitom probíhala za normálního krevního tlaku, což by mohlo zabránit toxicitě, která může vznikat ve větší koncentraci molekul, které se hromadí v krvi a procházejí skrz stávající membránové filtry. Tento filtr vyvinul William Fissell z Cleveland Clinic (Ohio) spolu s vědci z University of Michigan. [37]

### **2.3.10 Největší výrobci dialyzační techniky**

#### **Fresenius Medical Care**

Společnost sídlí v německém Bad Homburgu, zaujímá přední místo mezi největšími výrobci vysoce kvalitního přístrojového a materiálového vybavení v oblasti hemodialýzy, peritoneální dialýzy, transfúzní a infúzní techniky. Současně je významným poskytovatelem vysoce specializované lékařské péče v celosvětové síti dialyzačních středisek. Společnost má po celém světě řadu dceřiných společností, jedna z nich sídlí v ČR, a to od roku 1992.[35]



## B.Braun Avitum

Společnost B. Braun Avitum patří k předním evropským poskytovatelům dialyzační léčby. Hlavní náplní je dovoz a distribuce širokého sortimentu zdravotnických prostředků.

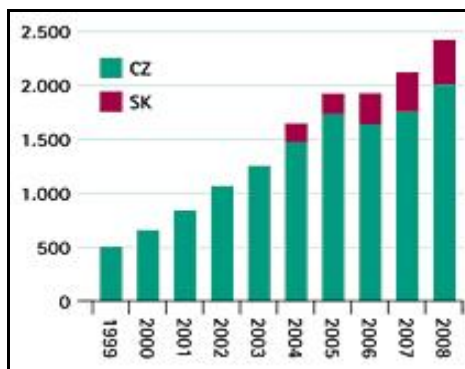
⇒ Saxonia Medical  
⇒ Ascalon

} Dceřiné společnosti koncernu B. Braun Medical sídlící v Radebergeru nedaleko Drážďan, které před osmy lety zahájily vlastní výrobu dialyzátorů. Ročně jich zkompletují více než deset milionů. [36]

Saxonia Medical je certifikovanou továrnou dle DIN EN ISO 13485: 2003 pro výrobu dialyzátorů a hemofiltrů. Dialyzátory splňují všechny současné požadavky pro udělení značky CE. [36]

## B.Braun Medical

Hlavní náplní firmy je dovoz a distribuce širokého sortimentu zdravotnických prostředků. Společnost B. Braun Medical s.r.o. prošla od svého založení v roce 1993 obdobím velmi dynamického růstu. Její obrat oproti prvnímu obchodnímu roku (1993/94 – 95 mil. Kč) vzrostl více než 25x a přesáhl hranici 2,4 miliardy Kč. [38]

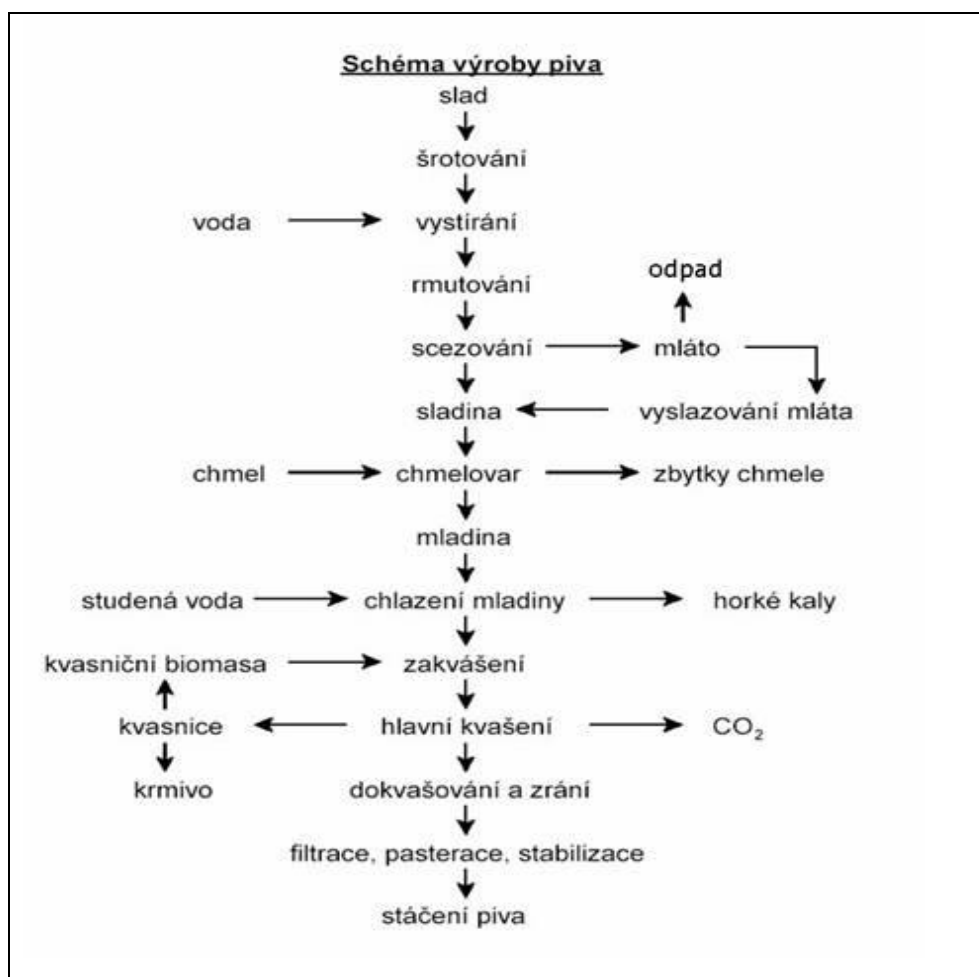


Graf 2 Vývoj obratu B. Braun Medical v mil. CZK [38]

## **2.4 Pivo (filtrace piva)**

Pivo je nejstarší a bezpochyby nejoblíbenější alkoholický nápoj. Postupem času se pivo rozšířilo po celém světě a dnes si bez něj většina mužské populace, a nejen mužské, nedokáže vůbec představit život.

### 2.4.1 Technologie výroby piva



Obr. 11 Schéma výroby piva [14]

Pivo je slabě alkoholický, lahodný a zdravý nápoj, vyrobený z vody, ječmene a chmele. Ječmen se musí nejdříve sesladovat. Klíčením a sušením přeměnit škrobnaté látky ječmene a jeho bílkovin tak, jak to vyžaduje vaření piva. Pivovary buď mívají sladovnu, nebo slad kupují. Na varně, ve velkých kádích a kotlích se slad zpracuje na mladinu, rozmačkaný slad se vystírá teplou vodou do vystírací kádě. Část husté tekutiny se spustí do rmutového kotle. Po vaření se přečerpá zpět do vystírací kádě.

Tento celý proces, zvaný rmutování, se opakuje dvakrát. Při přesném dodržování časů a teplot se škroby rozštěpí na dextriny a cukry. Takto ze sladu získaná sladina se pomocí scezovací kádi odděluje od pluch a stéká do mladinové pánve. V této pánvi se nakonec vaří 2 hodiny s přesnou dávkou chmele. Hořké látky přejdou varem do roztoku, kterému se říká mladina. Zbylé pluchy a nerozpustné části sladu- tzv. mláto, slouží jako výborné krmivo pro dobytek. Z varny se horká mladina čerpá do vířivé kádě, kde se bílkoviny, které se varem

vyloučily formou kalu, usazují ke dnu a z mladiny odstraňují. Mladina se následně přes deskové chladiče ochladí na 6-11 °C a čerpá do otevřených kvasných kádí. Oddělení, kde probíhá hlavní kvašení, se nazývá spilka. Do mladiny se přidají čisté pivovarské kvasnice, které kvašením rozkládají cukry na alkohol a oxid uhličitý. Hlavní kvašení trvá 7 až 12 dní. Ke konci se kvasnice usadí ke dnu a mohou se po vyprání čistou vodou použít na další várku. Po ukončení kvašení se obsah tanku zchladí na 5-7 °C a mladé pivo je „sesudováno“ do ležáckého sklepa.

Ze spilky putuje mladé pivo do sklepa. Dokvašování probíhá v uzavřených ležáckých tancích při nízkých teplotách (1 - 3 °C) po dobu několika týdnů (u běžných piv) až měsíců (pro speciální exportní piva). Během této doby se pivo nasytí přirozeně vznikajícím oxidem uhličitým, chuťově se zjemní a vyrovná.

Vyzrálé pivo se musí **zfiltrvat**, případně pasterovat či stabilizovat a nakonec se stáčí do transportních obalů. Filtrace piva se nejčastěji provádí na křemelinových, membránových a deskových filtrech různé konstrukce. Při filtraci se z piva odstraní zbylé kvasinky, čímž získá jiskru a zvýší se jeho trvanlivost. Přes zásobní přetlačné tanky se dostane až na stáčírnu. Zde je průtokově pasterováno, čímž je zaručena jeho naprostá mikrobiologická čistota a stáčí se do lahví nebo sudů.

Pasterace se provádí pro zvýšení biologické stability piva. Stabilizace se provádí u exportních piv, kdy je nezbytné zaručit mnohaměsíční trvanlivost. Principem pasterace je odstranění prekurzorů zákalů piva, především vysokomolekulárních dusíkatých složek, polyfenolů, kovových iontů a rozpuštěného kyslíku. Stáčení piva do transportních obalů je konečnou fází výroby. U nás se vyrábějí převážně světlá piva technologií spodního kvašení a podle koncentrace mladiny se rozlišují na piva výčepní čili konzumní, ležáky a piva speciální. Zvláštním typem piva jsou piva se sníženým nebo nulovým obsahem alkoholu vyráběná buď potlačeným kvašením z nízkoprocentních mladin, nebo odstraněním alkoholu z běžně vyrobeného piva. Kvasnicová jsou produktem zpravidla v minipivovarech s vyloučením filtrace. [14], [17]

#### **2.4.2 Závěrečné úpravy piva - filtrace**

Zralé pivo není zcela čiré a pro zvýšení trvanlivosti je potřeba ho přefiltrvat. Používají se různé typy filtrace, nejčastěji se kombinují deskové filtry (EK filtry s azbestovými deskami) a naplavovací křemelinové filtry. Nejmodernější způsoby používají membránovou filtraci nebo reverzní osmózu, čímž umožňují dokonalé pročištění piva, díky

tomu není nutná následná pasterace. Vzhledem k finanční náročnosti membránové filtrace se však stále ještě často piva pasterují krátkým tepelným ohřevem (zpravidla při teplotě 62 °C), který zničí mikroorganismy a zajistí dlouhou trvanlivost nápoje. [15]

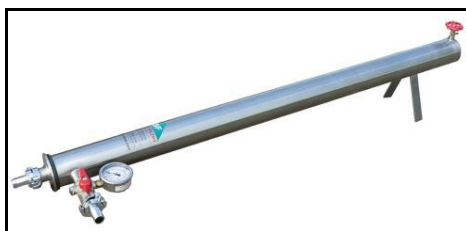
### 2.4.3 Možnosti filtrace piva

Tato podkapitola popisuje možnosti filtrace piva. Zmíněny budou jak filtrační materiály, jako je křemelina či různé typy membrán, tak jednotlivé filtry.

#### Filtrační materiály a filtrace

##### ➤ Křemelinová filtrace

V tomto případě tvoří filtrační materiál křemelina, což je 100% přírodní látka. Jedná se o sypkou neznečištěnou horninu z usazených schránek rozsivek. Křemelina je filtrační hmota, která se naplaví na horizontální síta, čímž se dávkuje do kapaliny, aby vytvářela stále novou vrstvu, toto lze ale jen do určité vrstvy. Průběžné dávkování křemeliny dávkovacím čerpadlem udržuje filtr stále dostatečně propustným. To umožňuje dosažení vysokých kapacitních výkonů. Této nabývající vrstvě křemeliny se říká náplava. Náplav se může dosáhnout až několik mm, v tomto případě je ale filtrace pomalá a rozdíl tlaků nežádoucí. Tyto filtry jsou dostatečně známé, avšak přináší ekonomické a ekologické problémy. Používají se na filtraci kapalin (tedy piva), prostřednictvím naplaveného filtračního prostředku na vertikálních filtračních svíčkách. Podle složení filtrační vrstvy lze dosáhnout různých stupňů čistoty a průtoku filtrované kapaliny. Při filtraci piva křemelinou nelze zcela vyloučit styk kapaliny s kyslíkem, který negativně ovlivňuje chuťovou stabilitu. Čištění (regenerace) filtru je velmi snadné a rychlé, bez demontáže tlakové nádoby. Filtr je standardně osazen kontrolními průhledítky na vstupu i výstupu. Je možno jej vybavit různým stupněm automatizace. Cena křemeliny se pohybuje okolo 20 Kč/ Kg. Spotřeba křemeliny na 1 hl piva je okolo 100 g. [18]



Obr. 12 Křemelinový filtr [18]



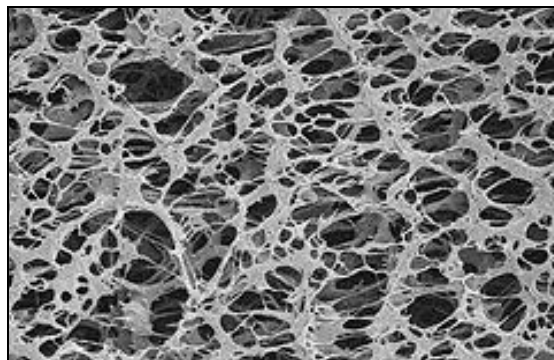
Obr. 13 Filtrace piva pomocí křemelinového filtru [18]

➤ Membránová filtrace

Membránová filtrace je technika pro oddělování pevných částic od kapaliny využívající převážně porézní membrány. Tyto částice se dělí na základě velikosti a tvaru za pomoci tlaku a speciálních membrán s různou velikostí pórů. Ačkoliv existují různé metody membránové filtrace (reverzní osmóza, nanofiltrace, ultrafiltrace a mikrofiltrace v řadě se vzrůstající velikostí pórů), všechny mají jeden cíl, a to oddělit nebo koncentrovat částice v kapalině. Oproti křemelinové, membránová filtrace redukuje příjem rozpuštěného kyslíku pivem během filtrace a také membrány neobsahují ionty železa (na rozdíl od křemeliny), které katalyzují oxidační děje v pivu. [20]

Jde o inovativní technologický proces, kdy se kapaliny filtrují přes membránu. Konkrétně u piva to zaručuje lepší senzorickou stabilitu, tzn. déle trvající čerstvou chuť piva. Materiál, ze kterého je membrána vyrobena je polyethersulfon (PES), membrána se po sedmi filtračních cyklech chemicky regeneruje. Nanesené nečistoty na membráně se odplaví pomocí tzv. zpětného toku. Membránové filtry mají nízké provozní, servisní a úsporné náklady. Testováním bylo dokázáno, že pivo a hlavně pěna z piva, filtrovaného pomocí membrány, je lepší než pivo filtrované pomocí křemeliny. Membránová filtrace je šetrnější k pivu i životnímu prostředí, vzniká minimální množství odpadu. Pivo má lepší senzorickou stabilitu, což je velká výhoda zejména při exportu do vzdálených destinací. Další výhodou je absence prachu, který se při křemelinové filtraci objevuje. Rozdíl mezi filtracemi je i v tlaku. Tlakový

spád u membránové filtrace je max. 1,5 baru, oproti křemelinové filtraci, kde tvoří hodnotu 7-8 baru. [21]



Obr. 14 PES membrán. filtr zvětšený pomocí rastrovacího elekt. mikroskopu 4 000 krát [58]

#### ➤ Cross-flow filtrace

Určena k filtraci kapalin bez použití jiných filtračních přípravků. Použití membrány umožňuje téměř úplnou eliminaci kvasnic, bakterií a pevných částic a zajišťuje tak perfektně vyčištěný produkt. Zásadní výhodou této metody je to, že filtrační koláč je v podstatě odplaven během filtračního procesu, což zvyšuje dobu, po kterou může být filtrační jednotka funkční [56]. [18]

### Filtry

#### ➤ Deskové filtry

Tyto filtry jsou určeny k filtraci kapalin různých druhů. Používají se v potravinářství, chemii, farmacii, vodárenství atd. Jsou vyrobeny z antikorozi oceli a plastu, tudíž odolávají v určité míře i agresivním látkám. Skládají se ze dvou čelních ocelových desek, z nichž jedna je posuvná na vodících čepech, ovládaná přitlačným šroubem nebo hydraulickým elementem. Mezi nimi jsou vloženy filtrační polypropylenové nebo nerezové rámy a filtrační celulóзовé vložky (desky) o dané mikronáži a počtu, dle požadované čistoty, průtoku a celkové kapacity filtrované kapaliny. Při průchodu kapaliny přes vložky se zachycují obsažené nečistoty, které postupně snižují průtočnost vložek, při konstantní čistotě filtrátu. [18]

#### ➤ Svíčkové filtry

Jedná se o jeden z nejrozšířenějších způsobů pro úpravu kapalin. Výhodou těchto filtrů je uzavřená filtrace bez přístupu vzduchu, bez úkapů, jednoduché a rychlé nasazení svíček a jejich schopnost regenerace. Svíčkové filtry mohou být mikrosvíčkové,

jednosvíčkové, či multisvíčkové. Již z názvu je zřetelné, že multisvíčkové filtry jsou filtry pro více svíček [18]

➤ Rukávcové filtry

Tyto filtry se vyznačují velmi stabilním a robustním provedením se zvláště odolným rotorem. Rukávcové filtry výrazně zvyšují filtrační plochu. Těleso filtru tvoří síto rukávce, tedy rukávec. [18]

#### **2.4.4 Světová výroba piva**

V roce 2009 dosáhla 1,822 miliardy hektolitrů, jehož výrobu zajišťovalo okolo 5000 pivovarů. Pivo se prodává pod více než 15 tisíci různých značek. Růst trhu tak ve srovnání s předchozími roky zpomalil. Společnost Plato Logic, z jejíchž odhadů vycházíme, očekává, že růst světové výroby v příštích letech opět zrychlí. Do roku 2020 by produkce světových pivovarů měla vzrůst téměř o třicet procent na 2,353 miliardy hektolitrů. Tuzemské pivovary podle odhadů ze začátku února loni vyrobily zhruba o jeden milion hektolitrů méně, tedy 18,8 milionu hektolitrů. Jednoznačně nejoblíbenějším druhem piva na světě je pivo plzeňského typu čili ležák. Ležáky různého typu tvoří 94 procent světové produkce. Roste obliba nealkoholického piva na 600 000 hektolitrů. [16]

#### **2.4.5 Největší světové pivovary (podle objemu prodeje piva )**

- Anheuser - Busch, USA (120 mil. hl) - loňský majitel Pivovaru Staropramen.
- Heineken, Holandsko (73 mil. hl) - majitel pivovaru v Krušovicích a Starobrnu.
- Miller Brewing Company, USA (53 mil. hl)
- Kirin, Japonsko (36 mil. hl)
- Fostres, Austrálie (34 mil. hl)
- Carlsberg, Dánsko (30 mil. hl)
- Brahma, Brazílie
- South African Breweries, J. Afrika
- Bavaria SA, Kolumbie
- Guinness, V. Británie [15]

#### **2.4.6 Země s největší výrobou**

Mezi země s největší výrobou piva patří USA (236 mil. hl), Čína (170 mil. hl), Německo (115 mil. hl), Brazílie (88 mil. hl) a Japonsko (67 mil. hl). Česká republika by obsadila 16. místo svým ročním výstavem 18 miliónů hektolitrů. [15]

#### **2.4.7 Zajímavosti o pivu**

Nezaměnitelnou chuť piva objevili již staří Sumerové a Egypťané v době před 5000 lety. Čeští občané drží první příčku v konzumaci piva na světě, ročně vypijí více než 160 litrů na jednu osobu, ovšem pokud by bylo Bavorsko samostatný stát, velmi rychle by ČR o první příčku přišla. [19]

### **3 Inovativnost filtrů v kapalinové filtraci pomocí nanovláken**

Firmy jsou stále více nuceny věnovat velkou pozornost hledání nových možností a zvyšování efektivity svých činností. Je důležité získávat lepší informace o potřebách zákazníků. Tento tlak je způsoben především růstem konkurence ve většině odvětví, a proto je třeba vyvíjet stále nové produkty, nebo své stávající inovovat.

Nanovlákná znamenají v dnešní době velký „hit“ v mnoha oborech. A právě díky jejich vlastnostem je možné řadu filtračních jednotek inovovat, vylepšit. Tato kapitola popisuje inovativnost kapalinových filtrů pomocí nanovláken. Obsahem je mimo jiné i jejich výroba, technologie, vlastnosti, využití a v neposlední řadě uvádím společnosti, mající s výrobou nanovláken zkušenosti. Tyto společnosti by mohly být i potenciálními partnery pro následný vývoj.

#### **3.1 Nanovlákná**

Nanovlákná jsou vláknité útvary materiálu o tloušťce menší než 1 micrometr = 1000 nanometrů. V současnosti nejefektivnější a pro průmyslové nasazení nejvhodnější metoda jejich výroby se nazývá elektrospinning. Jde o proces, kdy se kapalná forma polymeru (roztok či tavenina) umístí na povrch vysokonapěťové zvlákňovací elektrody. Působením intenzivního elektrického pole se tyto polymerní kapaliny vytahují a následně dlouží vlákna. Zároveň dochází k tunutí (vysušování či chladnutí) materiálu vznikajících nanovláken, které



dopadají na substrát kryjící protielektrodu a tvoří na něm neuspořádanou nanovláknennou textilií. Vlastnosti nanovláknenných textilií lze vyjádřit např. plošnou hmotností ( $\text{g/m}^2$ ), tlakovým spádem (Pa), propustností ( $\text{litr/min/cm}^2$ ), maximální a střední velikostí póru. Platí, že pro narůstající tloušťku nanovláknenné vrstvy vzrůstá plošná hmotnost a tlakový spád, klesá propustnost a zmenšují se póry. Vhodná volba tloušťky vrstvy závisí na konkrétním typu aplikace. Pro vzduchovou filtraci postačují plošné hmotnosti v řádech  $0,01 \text{ g/m}^2$ , pro kapalinovou filtraci je to nejméně o řád více, v souvislosti s kapalinovou filtrací jsou nanovláknena rozsáhle zkoumána.

Kromě filtrace kapalin a plynů nalézají nanovláknenné textilie uplatnění také v mnoha dalších oborech. Nanovláknena z biokompatibilních polymerů lze použít jako substráty pro laboratorní kultivaci organismu a tkánových buněk, případně aplikovat jako ochranu a zároveň podpůrnou vrstvu při hojení v medicíně. Na materiál z nanovláken lze už při výrobě nebo dodatečně navázat různé funkční skupiny s chemickými či biologickými účinky. Speciální skupinou nanovláken jsou anorganická nanovláknena např. nanovláknena  $\text{TiO}_2$  nalézají uplatnění při konstrukci barvivových fotovoltaiických článků nebo fotokatalytických materiálů. Jiná anorganická nanovláknena možná jednou naleznou uplatnění jako elektrody akumulátorů s velkou rychlostí nabíjení (díky velkému měrnému povrchu). [57]

### **3.2 Vlastnosti nanovláken**

- Velký měrný povrch
- Relativně vysoká prodyšnost
- Malá velikost póru
- Průměr vláken do 1000 nm
- Výborné mechanické vlastnosti v poměru k jejich váze

### **3.3 Nanočástice**

Když se zhluboka nadechneme, můžeme vdechnout až 5 miliónů nanočástic. Jedná se o shluky desítek nebo stovek atomů. Některé z nich jsou přírodního původu, většinou však pocházejí z exhalací.

### 3.4 Nanotechnologie

Označení nanotechnologie zahrnuje prakticky všechny technologie, které pracují s částicemi, jejichž velikost se měří v nanometrech a blíží se tedy rozměrům molekul či atomů. Jeden nanometr je zhruba délka deseti atomů vodíku. Viry měří od 20 do 300 nanometrů. Nanotechnologie nacházejí široké uplatnění od elektroniky po medicínu: uměle vytvořené droboučké částice totiž mohou například přenášet léky přímo do nemocných buněk. [24]

#### 3.4.1 Technologie Nanospider

Unikátní technologie, která umožňuje průmyslovou výrobu netkaných textilií tvořených nanovláknem, tj. vlákny o průměru 20 až 500 nm. Využití těchto materiálů je velmi široké. Dají se používat k filtraci v mnoha odvětvích. Nanovláknem a jejich aplikace jsou odborníky na celém světě považovány za materiály třetího tisíciletí.

Základním prvkem stroje jsou dvě elektrody, mezi nimiž existuje elektrostatické pole. Spodní elektroda má tvar válce, který je ponořen do roztoku polymeru. Válec se otáčí a vynáší tenkou vrstvu roztoku do elektrostatického pole, které z roztoku vytáhne dlouhá vlákna až ke druhé elektrodě. Vlákna narazí na podkladovou textilií, na které jsou vynášena ven ze stroje. Je to tedy velice jednoduchý princip – za všechno mohou elektrostatické síly, které z polymeru vydělou vlákno na podklad. Velice důležité jsou vlastnosti polymerů, řada parametrů jako jejich vodivost nebo viskozita musí být nastavena tak, aby proces výroby nanovláken fungoval.

Technologie Nanospider je založena na revolučním objevu, kde je možné vytvořit Taylorův kužel a následný proud hmoty nejen z vrcholu kapiláry, ale také z tenké vrstvy roztoku polymeru. Hlavní výhodou této technologie je výrazný vzrůst výrobní kapacity a na rozdíl od předchozích pokusů nepoužívá tato technologie žádných trysek ani kapilár pro tvorbu vláken. Patent na novou technologii koupila od Technické univerzity společnost Elmarco, která s univerzitou i nadále spolupracuje. Společně zkonstruovaly řadu laboratorních zařízení určených pro výzkum a vývoj elektrospinningu, v první řadě ale především pilotní linky pracující v šíři 1 a 1,6 m. Nanovláknem vyrobená na přístroji Nanospider jsou v praxi využitelná v mnoha oborech. Nacházejí uplatnění v automobilovém průmyslu, stavebnictví, při ochraně životního prostředí, čištění vod, při výrobě solárních panelů, baterií i v řadě dalších oborů. Dalekosáhlé jsou možnosti uplatnění nanovláknenných materiálů v medicíně.

Více o charakteristice a parametrech této technologii v kapitole technologicko - ekonomické zhodnocení. [22], [23]



Obr.15 Výrobní linka Nanospider [24]



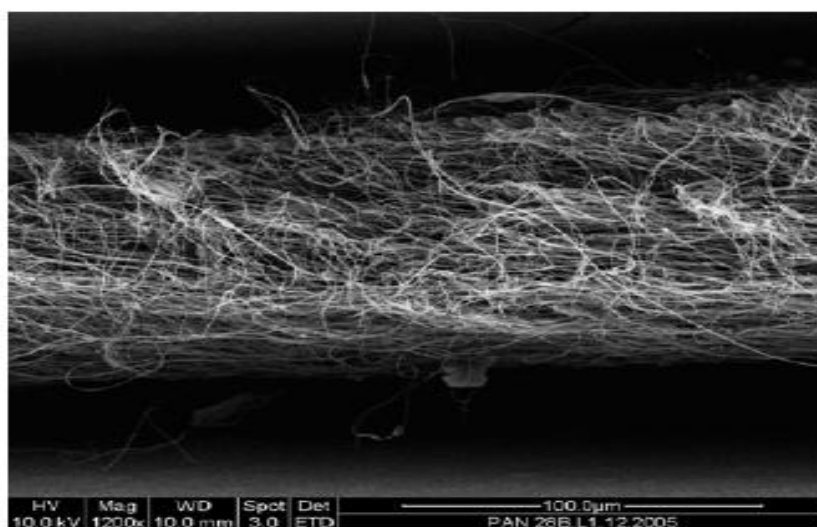
Obr.16 Výroba nanovláken [24]

### 3.5 Vývoj pomocí nanotechnologií

Díky řadě odborníků, byla objevena nová filtrační media pro účinnější filtraci. Tato media jsou zhotovena z vláken v rozsahu od 100 do 1000 nm a jsou vyráběna pomocí elektrostatické metody. Článek, z časopisu Elsevier, který poskytl Elmarco, se zabývá současným stavem filtrace pomocí nanovláken, kde vše spočívá v povrchové úpravě pro větší účinnost zachytu emisí při filtraci. Vývojové cíle pro lepší filtraci pomocí nanovláknenné vrstvy jsou nižší spotřeba energie, delší životnost filtru, vysoká kapacita filtrace, snadnější údržba. Tyto cíle plynou z hlediska výroby filtračních medií. V článku jsou diskutovány i praktické překážky jako jsou jemné, tenké membrány s extrémně nízkou hmotností.

Problémem filtrace je fakt, že tekutina i s filtrovanými částicemi proudí cestou nejmenšího odporu, tedy především těmi největšími póry. Čím menší bude rozptyl mezi velikostí pórů v textilií, tím menší částice budou zachytávat a zvýší se tak účinnost filtru.

„Filtrovní“ průmysl hledá energeticky účinné a vysoce výkonné filtry pro filtraci částic menších než 0,3 mikrometrů. Hnací silou v tomto průmyslu jsou požadavky na jemnější stupeň filtrace, bez ohledu na aplikace. Jde o schopnost oddělit bakterie, viry a částice z kapalin. V kapalinové filtraci je tento požadavek splňován díky membránovým procesům. Nanovláknenná media mají nízkou plošnou hmotnost, vysokou propustnost a malou velikost pórů, což je vhodné pro širokou škálu filtračních aplikací. Kromě toho, nanovláknenné membrány nabízejí jedinečné vlastnosti, jako je velký měrný povrch (v rozmezí od 1 až 35 m<sup>2</sup>/g v závislosti na průměru vláken), dobré vzájemné propojení pórů, a proto jsou v souvislosti s kapalinovou filtrací nanovláknenné membrány rozsáhle zkoumány. [57]



Obr. 17 Pohled na nanovláknenné filtrační medium pomocí elektronového mikroskopu [57]

### 3.6 Výroba nanovláken pro kapalinovou filtraci

Existují tři hlavní postupy výroby nanovláken pro kapalinovou filtraci.

- Elektrostatické zvlákňování
- Vícesložkové zvlákňování (foukání vláken z taveniny)
- Metoda „ostrovky v moři“

Každý z těchto postupů má své výhody i nevýhody. Jako nejuniverzálnější způsob výroby nanovláken se uvádí elektrostatické zvlákňování. Používá se k výrobě nanovláknenných membrán přes široký rozsah pórovitosti a v rozmezí od neporézního polymerního povlaku k makroporézním jemným vláknitým strukturám. Elektrostaticky zvlákněná vlákna mají průměr menší než vlákna foukaná z taveniny. [57]

### **3.7 Využití filtrů s nanovláknny**

Dynamický rozvoj různých odvětví a s tím související neustále se zvyšující nároky na udržení čistoty kapalin a ovzduší, vedou k hledání nových a efektivnějších filtračních materiálů. V laboratořích či na nemocničních sálech jsou vysoké nároky na odfiltrování bakterií, mikroorganismů a mikročastic. To samé i v potravinářství a řadě jiných odvětví, filtrační materiály z nanovláken tedy nacházejí využití všude tam, kde jsou kladeny vysoké nároky na účinnost filtrace.

### **3.8 Důvody pro použití nanovláken pro filtraci**

Důvody jsou v zásadě tři:

Za prvé se jedná o velký měrný povrch, na kterém jsou částice zachytávány. Druhým důvodem je malá velikost pórů, což zabraňuje částicím větším než je vzdálenost mezi vlákny proniknout nanovláknennou vrstvou. V poslední řadě jde o specifické okrajové podmínky toku filtrovaného media mezi nanovláknny.

### **3.9 Výhody a nevýhody nanovláken v kapalinových filtrech**

Výhodou nanovláknenných textilií pro filtraci je především to, že lze dosáhnout stejné efektivity filtrace (poměr zachycení / nalétávající filtrace) při nižších hodnotách „škodlivého“ tlakového odporu (tlakového spádu), než by bylo možno dosáhnout konvenčními materiály. Proto lze s nanovláknny vyrobit efektivnější filtr, který klade menší odpor proudění, méně zatěžuje ventilátory, čímž vznikne menší spotřeba energie a nižší náklady. Důvody menší efektivity zachytu jsou velký měrný povrch nanovláken, malé póry vrstvy a změny v charakteru proudění vzduchu nanovláknennou vrstvou ve srovnání s jinými textiliemi. U nanovláknenných filtrů dochází k ukládání materiálu na povrch, nanovláknna nepustí materiál dovnitř podpůrné textilie, filtr je méně namáhán. Pro regeneraci filtru se často používá

technika zpětných pulsů, kdy krátké intenzivní pulsy proudění v opačném směru, než je normální směr proudění, zbaví filtr nánosu zachyceného materiálu. Je-li filtr vybaven nanovláknennou vrstvou, částice se zachytávají na povrchu a k očištění filtru stačí méně pulsů než u normálních filtrů. Tím se výrazně prodlužuje životnost filtru.

Nevýhodou nanovláknenných vrstev je nízká mechanická pevnost (mezi nanovláknny působí malé přitažlivé síly) a nízká přilnavost (adheze) k podkladu. Jen ve speciálních případech se proto nanovláknenné vrstvy používají samostatně bez substrátu. [57]

### **3.10 Společnosti obchodující s nanovláknennými medii**

Následující tabulka ukazuje na fakt, že více jak 20 světových společností má zájem vyrábět nebo používat nanovláknenné filtry. Filtry s nanovláknny všeobecně, přinesla na trh jako první americká firma Donaldson Company, největší společnost vystupující na trhu s nanovláknennými filtračními medii. Donaldson Company vlastní obrovské množství patentů a díky tomu si zajišťuje jakousi „neohroženost“ v tomto oboru podnikání. Jak bude z tabulky zřejmé, hlavní roly na trhu s nanovláknny, hraje bezesporu USA, o druhé místo se dělí Německo a Japonsko, úspěšná je i Jižní Korea a v neposlední řadě Česká Republika, reprezentující firma Elmarco s.r.o. Tyto firmy mohou být eventuelně „našimi“ potenciálními partnery pro vývoj. V případě spolupráce by firmy získaly větší finanční prostředky pro vývoj, ale na druhou stranu, by v případě inovací produktů, nepatřil KNOW HOW jen jedné společnosti.

	Název společnosti	Země
1	Donaldson Company inc.	USA
2	Espin Technologies Inc.	USA
3	KX Industries Inc	USA
4	Ahlstrom Corporation	Finsko
5	Hollingsworth Co. Ltd.	USA
6	US Global Nanospace	USA
7	Finetex Technology	J.Korea
8	Helsa-automotive	Německo
9	Nanotechnics Co. Ltd.	J.Korea
10	Teijin Fibers ltd.	Japonsko
11	Toray	Japonsko
12	Japan Vilene Company Ltd.	Japonsko
13	Nanoval GmbH & Co. KG	Německo
14	Hills Inc.	USA
15	Nonwoven Technologies Inc.	USA
16	Emergency Filtration products, Inc	USA
17	Elmarco	Česká republika
18	Hohns Manwille Sales GmbH	Německo
19	Nanofibers Future Technologies Corp	Kanada
20	Esfil Tehno	Estonsko

Tabulka 1 Firmy, mající zkušenosti s výrobou nanovláken [57]

### 3.10.1 Elmarco s.r.o.

V roce 2000 založil ing. Ladislav Mareš společnost Elmarco, působící původně jako subdodavatel v polovodičovém průmyslu. Od roku 2005 se jedna z divizí firmy této firmy věnuje technologii Nanospider na výrobu nanovláknenných textilií. Společnost Elmarco vyprojektovala a vyrobila jako první na světě zařízení na výrobu nanovláknenného materiálu v průmyslovém měřítku, laboratorní zařízení s názvem NS Lab. Dále první průmyslovou linku na světě, na výrobu netkané textilie z nanovláken NS Line. Tato linka dokáže vyrobit za rok víc než 10 mil m<sup>2</sup> této textilie. V současné době Elmarco nabízí celou řadu průmyslových linek i laboratorní zařízení typu Nanospider. [28]

### 3.10.1.1 Elmarco versus konkurence

Ve výrobě strojů nemá Elmarco zatím přímou konkurenci. Menší výrobci nabízejí malé stroje zvlákňovací z pole jehel, ale nejsou vnímáni tak silně jako Elmarco. Existuje ale nepřímá konkurence. Firmy, prodávající nanovláknenné materiály, aniž by odkryly, jakou technologii pro jejich výrobu používají. Může se stát, že tyto firmy uvnitř továrny používají něco, co je v konfliktu s patenty Nanospider. Firmy však prodávají jen materiál a ne stroje.

Shrneme-li tuto kapitolu a zdůrazníme-li základní informace, nanovláknna v kapalinové filtraci znamenají veliký pokrok. Důležitou vlastnost, kterou ovlivňují, je životnost filtrů, která závisí mimo jiné na velikosti filtru. Zvětšíme-li například filtr na dvojnásobek velikosti, znamená to, že při stejném průtoku hl/hod, se zpomalí proudění a tím vznikne menší rychlost zanášení filtru. Z toho všeho vyplývá, že se prodlouží životnost filtru.



## **4 Analýza současného trhu**

Analýza trhu zkoumá poptávku na trhu v daném oboru a jeho celkovou strukturu. Výsledkem výzkumu je správné rozdělení trhu a odhad budoucího vývoje v daném segmentu. Vyplývá z toho výběr specifického segmentu a naplňování správné obchodní strategie. Dobře vytvořená obchodní strategie tak může zvýšit efektivitu podnikání. Správná volba marketingové strategie ulehčí prodejcům cestu na trh. [25]

### **4.1 Dialýza**

#### **4.1.1 Přehled trhu**

Vzhledem k neustálému růstu dialýzou léčených pacientů, se předpokládá zvyšující se poptávka po filtrech. Nemocní, kteří potřebují dialyzační léčbu každým rokem přibývají, nárůst se pohybuje v rozmezí 3-8 %, předpokládaný počet dialýzou léčených koncem roku 2010 je 2,1 milionů [26]. Vzhledem k tomu, že se v tomto případě nedá ovlivnit nárůst nemocných, je proto na místě předpoklad růstu trhu. Pacienti jsou doposud nuceni trávit 4-5 hodin 3 krát týdně na lůžku v dialyzačních centrech, což průměrně činí 12 hodin na 1 pacienta.

Filtry používané při dialýze jsou jednorázové a bereme-li v úvahu fakt, že pacient dochází v průměru 3 krát týdně na dialýzu, spotřeba v roce 2010 bude 327 mil. membránových filtrů. V zemích střední a západní Evropy připadá na jednoho lékaře přibližně 40 pacientů a průměrných výkonů na jednu sestru je okolo 700 za rok. Právě toto mohou nanovlákná ve filtrech z velké míry omezit, protože dokáží podstatně zrychlit průtok kapaliny přes dialyzační membránu. Celkově to zrychlí celý proces dialýzy, a proto, zkrátí-li se doba strávená dialýzou, bylo by to pohodlnější nejen pro pacienty, ale také by to ušetřilo práci sester a doktorů, dále by nemusela v takovém množství přibývat dialyzační centra. Nejedná se nejen o časovou úsporu, ale také o finanční náklady, které by klesly. Světovou spotřebu filtrů nanovlákná sice neovlivní, ale zbylé, již zmíněné faktory, ano.

#### **4.1.2 Analýza substitučních výrobků**

Krev při dialýze se filtruje pomocí membránových filtrů, která je charakterizovaná tím, že má nejnižší provozní náklady pokud jde o proces odfiltrování mikročástic. Trh nabízí řadu typů membránových filtrů, které se liší svou filtrační plochou. Tyto filtry mají omezenou doporučenou dobu užívání a jsou jednorázové. Jejich cena se pohybuje v rozmezí 3500,- až

5000,-. Filtry se nesmí během procesu dialýzy ucpat, dále nesmí dojít k úniku krve, filtry musí být vyrobeny v souladu s příslušnými zdravotnickými předpisy.

#### **4.1.3 Potenciální zákazníci**

Mezi potenciální zákazníky se řadí firmy, obchodující s dialyzační technikou. Jako největší se na trhu prezentují společnosti Fresenius Medical Care a B. Braun Avitum, Saxonia Medical a Ascalon dceřinné společnosti koncernu B. Braun Medical. Společnosti před osmy lety zahájily výrobu dialyzátorů. Ročně jich vyrobí více než deset milionů. [36] Fresenius Medical Care je dceřiná společnost mezinárodního koncernu Fresenius SE se sídlem v německém Bad Homburgu, která zaujímá přední místo mezi největšími výrobci vysoce kvalitního přístrojového a materiálového vybavení v oblasti hemodialýzy, peritoneální dialýzy, transfúzní a infúzní techniky. Současně je významným poskytovatelem vysoce specializované lékařské péče v celosvětově nejrozsáhlejší síti dialyzačních středisek ve Spojených státech amerických, v zemích Evropy, Latinské Ameriky či pacifické oblasti. [35]

### **4.2 Pivo**

#### **4.2.1 Přehled trhu**

Ze statistik je zřejmé, že prodej piva je ovlivněn ekonomickou situací ve světě, a proto není úplně zřejmé, jako u dialyzačních filtrů, zda prodej piva rok od roku poroste. Aktuální číslo prodeje piva ve světě je 1,822 miliardy hektolitrů pro rok 2009. Během posledních let růst trochu zpomalil, ale dle společnosti Plato Logic, která se zabývá podloženými odhady, se očekává růst světové výroby, která by v roce 2020 měla tvořit 2,353 miliardy hektolitrů. [16]

Díky tomuto odhadu tedy můžeme předpokládat růst poptávky po filtračních materiálech. Vezmeme-li v potaz výhody nanovláken, což je v první řadě zvýšená účinnost filtrace, malá velikost pórů, která zabrání vniknutí nežádoucích částic do odfiltrované kapaliny, předpokládáme pozitivní přínos nanovláken ve filtraci. Máme-li filtr vybaven nanovláknou vrstvou, částice se zachytávají na povrchu a k očištění filtru stačí méně pulsů než u normálních filtrů. Tím se výrazně prodlužuje životnost filtru a snižuje se doba prostojů. Další výhodou nanovlákných filtrů pro filtraci je to, že lze dosáhnout stejné efektivity filtrace při nižších hodnotách nežádoucího tlakového spádu. Z předešlých kapitol je známé, že čím menší tlakový spád, tím nižší spotřeba energie. Otázkou je, zda se to konkrétně v tomto

oboru uplatní. Výpočty, které jsou uvedeny v 5. kapitole nám na tuto otázku mohou zodpovědět.

#### **4.2.2 Analýza substitučních výrobků**

Trh nabízí řadu filtrů, pomocí kterých je možné filtrovat pivo. Seznam těchto filtrů obsahuje kapitola 2. Jako dvě nejfrekventovanější filtrace se uvádí křemelinová a membránová. První zmíněná je nejvíce používaná, ale v porovnání s filtrací membránovou má řadu nevýhod. Membránová filtrace je oproti křemelinové šetrnější k pivu i životnímu prostředí, vzniká minimální množství odpadu. Pivo má dále lepší senzorickou stabilitu, což je velká výhoda zejména při exportu do vzdálených zemí. Další výhodou je absence prachu, který se při křemelinové filtraci objevuje. Tento fakt se logicky odráží na ceně filtru, což podrobněji rozebírá, již zmíněná kapitola číslo 5.

#### **4.2.3 Potenciální zákazníci**

Jde o zákazníky - firmy, kteří by mohli mít potenciální zájem o filtry inovované nanovláknovou vrstvou. Vzhledem k faktu, že USA zaujímá první místo ve výrobě piva, dá se předpokládat, že právě americké firmy budou nejúspěšnější. Mezi tyto společnosti patří i gigant v oboru filtrace, Donaldson. Dále společnosti jako je Pall Corporation či Millipore. Důležité je také uvést Norit Process Technology, jde o společnost zabývající se membránovou filtrací.[43] Třetí nejúspěšnější stát ve výrobě piva je Německo, proto další společnost figurující v tomto segmentu je německá společnost Lenser Filtration GmbH. Více o jednotlivých firmách uvádím v podkapitole 2.2.

## **5 Základní technologicko - ekonomické zhodnocení**

V této době trh nenabízí žádné filtry obsahující nanovlákná, ať už k filtraci piva či k filtraci krve při dialýze, a proto můžeme těžko odhadnout to, zda by byl o tyto výrobky na trhu zájem. Bere v úvahu fakt, že nikdo zatím nezkoušel filtrovat pivo nanovlákněným filtrem a tudíž nejsou známa konkrétní data. Pomocí SWOT analýzy můžeme předpokládat silné, slabé stránky, příležitosti a hrozby (viz níže). Vzhledem k tomu, že zkušenost s nanovláknou filtrací má doposud převážně vzduchová filtrace, je téměř nemožné zjistit všechny potřebné informace k tomuto konkrétnímu tématu. Díky patentové a literární rešerši byly objevena řada patentů a článků, poukazujících na pokusy s nanovláknou při kapalinové filtraci. Bohužel jen minimum se týkalo daného tématu, a proto většinu informací můžeme, s pomocí odborného dohledu, pouze odhadovat.

Bylo zjištěno, že předpoklad pro zlepšení vlastností filtrů přidáním nanovlákněné vrstvy u procesu dialýzy, je velice pozitivní. Z podkladů, který mi poskytla firma Elmarco, vyplývá, že díky využití nanovláken by se snížil čas strávený při dialýze. Díky tomu by se zkrátila doba asistence sester či doktorů, dále by se nemusela v takové míře stavět nová dialyzační centra, čímž by klesly znatelně finanční náklady potřebné na tuto léčbu a vše okolo.

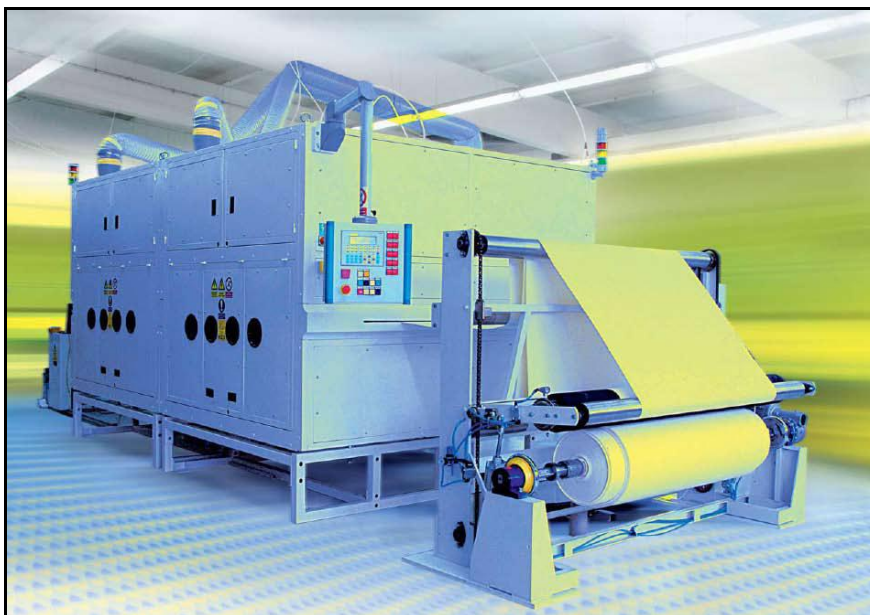
### **5.1 Technologie výroby nanovláken**

#### **5.1.1 Technologie Nanospider**

Nanospider™ je unikátní patentovaná technologie zvlákňování z volné hladiny roztoku polymeru v silném elektrostatickém poli bez použití trysek. [29] Tímto speciálním postupem, který se nazývá elektrospinning, vznikají vlákna tak malého průměru, že je není možné pozorovat ani sebesilnějším světelným mikroskopem, zobrazit je lze pouze elektronovým mikroskopem. [30]

Tato technologie se zakládá na zajímavém objevu, kdy je možné zvlákňovat nejen za pomoci kapiláry z kapky polymeru procházejícího tryskou do elektrického pole, ale z celé tenké vrstvy roztoku polymer. Technologie Nanospider™ umožňuje výrobu nanovláken z vodou rozpustných polymerů, z polymerů ředitelných rozpouštědly, jako jsou kyseliny či bipolární roztoky či z meltů (tavenin polymerů) a jsou vhodné pro výrobu organických a anorganických vláken. Tato technologie je velmi mnohostranná a splňuje všechny požadavky,

jako je snadná přizpůsobitelnost výrobních parametrů a flexibilita nastavení dle individuálních představ výroby nanovláken. [29]



Obr. 18 Průmyslová linka na výrobu nanovláken Nanospider firmy Elmarco [31]

#### 5.1.1.1 Charakteristika technologie Nanospider

V této podkapitole jsou vyzdvihnuty výhody technologie Nanospider, počínaje vysokou kvalitou, přes snadnou údržbu a bezpečnost až k flexibilitě a prvotřídní kvalitě vyrobených nanovláken.

##### **Vysoká produktivita**

Vysoce výkonné zvlákňovací hlavy (žádné trysky).	Efektivní pracovní šířka: až 1,6 m
Vysoká doba provozuschopnosti (> 90%).	

Tabulka 2 Produktivita technologie Nanospider [28]

##### **Snadná údržba**

Snadné čištění (žádné trysky=žádné ucpávání)	Ergonomický tvar umožňuje snadný přístup ke všem částem
--	---

Tabulka 3 Údržba technologie Nanospider [28]

### Hospodárny provoz

Vysoký výkon.	Nízká spotřeba elektrické energie na výrobu.
Krátká doba pravidelných servisních odstávek/ dlouhé užívání.	Nízká spotřeba surovin.
Nízké provozní náklady.	Krátkodobá obsluha personálem.

Tabulka 4 Provoz technologie Nanospider [28]

### Prvotřídní kvalita nanovláken

Jedinečná struktura a homogennost vláken.	Přímá kontrola nanovláknenné homogenity.
Možná kontrola průměru vláken, středního průměru $\pm\%$ .	Přímé diferenční měření poklesu tlaku.
Řízená výrobní rychlost (čím jemnější vlákna, tím nižší produktivita).	Indikace zvláknovacího procesu (pomocí elektrického proudu).

Tabulka 5 Kvalita technologie Nanospider [28]

### Vysoký stupeň bezpečnosti

V souladu s CE standardy.	Masivní konstrukce navržená pro bezpečnou manipulaci s vysokým napětím a výbušnými parami
Kontrolovaná atmosféra zajišťující bezpečné nevýbušné prostředí.	Regulovaná ventilace zvláknovací komory (automatické zastavení v případě aktivace poplašného zařízení, přívod inertizujících plynů).
Dvojitý plášť (atmosféra s nižším tlakem vzduchu mezi zvláknovací komorou a vnějším pláštěm).	Vícečetná zařízení pro automatické vypnutí v případě nouze.
Vybíjecí tyč sloužící k vybití zbytkového el. náboje na zařízení.	

Tabulka 6 Bezpečnost technologie Nanospider [28]

### Flexibilita

Široké spektrum využitelných materiálů pro zpracování.	Možnost využití mnoha různých podkladových materiálů.
Snadné uprůsobení parametrů procesu k dosažené optimální nanovláknenné vrstvy	

Tabulka 7 Flexibilita technologie Nanospider [28]

Díky variabilní technologii, která je vyvíjena ve třech směrech dokáže Nanospider vyrobit tyto typy nanovláken: Organika, Anorganika (Polymer TiO<sub>2</sub>), Melty (Polymer PA 6, Gelatine, Chitosan) [28]

## 5.2 Ekonomické zhodnocení

V této části jsou důkladně popsány základní hodnoty jednotlivých filtrů. Na závěr budou vyzdvihnuty ty nejdůležitější poznatky, které plynou z uvedených dat. Každá hodnota je označená pomocnou zkratkou, díky které budou lépe pochopeny jednotlivé výpočty.

### 5.2.1 Filtrace piva

Z předešlých kapitol je zřejmé, že filtrace piva se provádí ve většině případech pomocí křemelinové nebo membránové filtrace.

#### 5.2.1.1 Křemelinová filtrace

- 1) Průměrná ceny křemeliny ( $C_k$ ) 20 Kč/ Kg

Pozn.: Křemelina je nepevněná sypká hornina, která je tvořena opálovými schránkami rozsivek.

- 2) Spotřeba křemeliny ( $S_k$ ) 100 g / hl

- 3) Náklady v Kč ( $N_c$ )

$$N_c = C_k \cdot S_k = 2 \text{ Kč/ hl} \quad (3)$$

- 4) Filtrační kapacita 180 hl/ hod.

- 5) Počet hl na náplav 800 hl

Pozn.: Náplavou se v tomto případě rozumí nabývací vrstva křemeliny.

- 6) Maximální dosažení náplav 15 mm

- 7) Tlakový spád 7-8 bar [53]

Je třeba uvést, že konkrétní hodnoty, z kterých vznikly výpočty, ochotně poskytl liberecký pivovar Konrád, který figuruje pod vedením společnosti HOLS, a.s.

#### 5.2.1.2 Membránová filtrace

Po konzultaci s pivovarnickým průmyslem byly pro výpočet použity hodnoty firmy Norit NV, která je jednou z nejlepších v oboru membránové filtrace. Z tabulky výrobků membránových filtrů této společnosti, byla vybrána nejvhodnější PES membrána. [58]

- 1) Garantované náklady na membránu ( $G_n$ )      0,10 EUR/ hl
- 2) Náklady na chemické čištění ( $N_{\check{c}}$ )      0,03 EUR/ hl
- 3) Celkové náklady na 1 hl ( $C_n$ )

$$C_n = G_n + N_{\check{c}} = \underline{0,13 \text{ EUR}} \quad (4)$$

Pozn.: Aktuální kurz ke dni 2010-05-04 ( $A_k$ )      25,71 Kč/ EUR

- 4) Náklady na membránu v Kč ( $N_m$ )

$$N_m = C_n * A_k = \underline{3,34 \text{ Kč/ hl}} \quad (5)$$

- 5) Filtrační kapacita      200 hl/ hod.
- 6) Počet membránových modulů      18-24

Pozn.: V našem případě zvažujeme 24 membránových modulů. ( $P_{mm}$ )

- 7) Velikost pórů      0,5  $\mu\text{m}$
- 8) Filtrační plocha ( $F_p$ )      9,8  $\text{m}^2$
- 9) Tlakový spád      1,5 bar [53]
- 10) Membránový materiál      Polyethersulfon (PES) nebo PA 6

➤ Polysulfon (PES)

Polysulfon je hydrofilní membrána vykazující velmi nízkou retenci pro proteiny. Vykazuje vyšší tepelnou odolnost než většina membrán. [57]

➤ Polyamid 6 Nylon

(Nylonové-membrány). Mechanicky velmi odolné. Teplotní stabilita je do 50°C. [57]

- 11) Celková plocha „našeho“ membránového filtru ( $C_{pf}$ )

$$C_{pf} = P_{mm} * F_p = \underline{235,2 \text{ m}^2} \quad (6)$$

Pozn.: Aktuální kurz ke dni 2010-05-04      19,64 Kč/ \$



12) Cena 1m<sup>2</sup> této membrány (C<sub>1m</sub>)

5652,4 Kč

Pozn.: Cena 1m<sup>2</sup> této membrány (C<sub>1m</sub>) byla zjištěna pomocí ceníku firmy Norit. Celkové náklady na fil.membránový materiál (C<sub>nf</sub>)

$$C_{nf} = C_{pf} * C_{1m} = \underline{1329444,5 \text{ Kč}} \quad (7)$$

### Shrnutí

Z těchto výpočtů je zřejmé, že membrána vyjde draž než křemelina, vzhledem k lepším vlastnostem membrán se tento výsledek dal předpokládat. Membránová filtrace je šetrnější jak ke kapalině, tak k životnímu prostředí, vzniká totiž menší množství odpadů. Konkrétně u piva zaručují membrány lepší senzorickou stabilitu, která je způsobena nerozpouštěním železa v kapalině - pivu. Rozdíl je podstatně viditelný i v rozdílu tlakového spádu. Z předešlých kapitol je známé, že čím menší tlakový spád, tím nižší spotřeba energie.

### Odhad spotřeby nanomateriálů pro výrobu filtrů pro rok 2010

Výstupy/ náklady 1 – unitová linka (linka s jedním zvlákňovacím modulem) - linka A

Základní Hmotnost g/m <sup>2</sup>	Konstantní rychlost linky (m/min)	Konstantní rychlost (m/min)	Průměr vláken (nm)	m <sup>2</sup> /den	Den/rok	m <sup>2</sup> /rok (mil.)	\$/m <sup>2</sup> (bez linky)	\$/m <sup>2</sup> (s linkou, s odpisy)
1	0,25	0,25	100	511	365	0,186	1,5	3,1
2	0,13	0,13	100	258	365	0,094	2,9	6,0
10	0,03	0,03	100	52	365	0,019	14,5	30,0

Tabulka 8 Linka A výstup/náklady [57]

Výstupy/ náklady 4 – unitová linka (linka se čtyřmi zvlákňovacími modulem) – linka B

Základní Hmotnost g/m <sup>2</sup>	Konstantní rychlost linky (m/min)	Konstantní rychlost (m/min)	Průměr vláken (nm)	m <sup>2</sup> /den	Den/rok	m <sup>2</sup> /rok (mil.)	\$/m <sup>2</sup> (bez linky)	\$/m <sup>2</sup> (s linkou, s odpisy)
1	0,25	1,02	100	2044	365	0,746	0,9	1,7
2	0,13	0,51	100	1032	365	0,377	1,7	3,3
4	0,03	0,10	100	208	365	0,076	8,4	16,5

Tabulka 9 Linka B výstup/náklady [57]

Pozn. Červený řádek znázorňuje filtraci piva, modrý filtraci krve při dialýze.

### Porovnání nákladů různých typů linek za jeden den

<b>Výpočet nákladů za 1 den</b>	<b>1 - unitová linka (linka A)</b>	<b>4 – unitová linka (linka B)</b>
Náklady	CZK	CZK
Personální náklady	7 541,76	9 427,20
Materiál	4 869,35	18 957,51
Energie	1 778,01	3 805,45
Náklady spojené s odpady	580,56	2 218,53
Odpisy	14 877,89	31 854,51
Vybavení	962,75	962,75
<b>Celkem náklady/den</b>	<b>30 610,50</b>	<b>67 225,75</b>

Tabulka 10 Porovnání nákladů 1 a 4 – unitové linky.

13) Světová výroba piva pro rok 2009 ( $S_{vp}$ )

1,822 mld.hl

Světová výroba piva má pro následující roky, dle odhadů, tendenci růstu, pro rok 2020 činí odhad 2,353 mld.hektolitřů). [16]

V případě filtrace piva je nepravděpodobné, že filtrační linka bude fungovat (filtrovat) nepřetržitě, při určitém transmembránovém tlaku se filtrace zastaví a dochází k proplachu membrány zpětným tokem, z důvodu odplavení nanesené nečistoty. Zvažujeme - li funkčnost linky 300 dní v roce, 18 hodin denně, je linka schopna při filtrační kapacitě vyrobit 1080000 hl za rok. ( $S_{v18}$ ).

14) Celosvětový počet filtrů o „naší“ ploše 235,2 m<sup>2</sup> ( $C_{pf}$ )

$$C_{pf} = S_{vp} / S_{v18} = \underline{1687 \text{ ks}} \quad (8)$$

15) Cena 1m<sup>2</sup> nanovlákněné vrstvy potřebné k filtraci ( $N_{cfA}$ )

Linka A - 117, 84 Kč

Pozn.: ( $N_{cfA}$ ) = Hodnota z výše uvedené tabulky číslo 8, tedy hodnota 6 vynásobená aktuálním kurzem dolaru.

Cena 1m<sup>2</sup> nanovlákněné vrstvy potřebné k filtraci ( $N_{cfB}$ )

Linka B - 64, 81 Kč

Pozn.: ( $N_{cfB}$ ) = Hodnota z výše uvedené tabulky číslo 9, tedy hodnota 3,3 vynásobená aktuálním kurzem dolaru

16) Celková suma pro 1 nanovláknennou vrstvu ( $S_{nv}$ )

$$\text{Linka A} - S_{nv} = N_{cfA} * C_{pf} = \underline{27715,97 \text{ Kč}} \quad (9)$$

$$\text{Linka B} - S_{nv} = N_{cfB} * C_{pf} = \underline{15243,312 \text{ Kč}} \quad (10)$$

*Odhad*

V případě, že chceme pokrýt 20% světového trhu ( $P_{sth}$ )

$$P_{sth} = 20\% \text{ z hodnoty } C_{pf} = \underline{337 \text{ ks.}}$$

bude třeba vyrobit 337 filtračních jednotek s životností 1 rok, nanovláknenná vrstva by v tomto případě tvořila plochu ( $P_{np}$ )

$$P_{np} = C_{pf} * P_{sth} = \underline{79\,262,5 \text{ m}^2} \quad (11)$$

V případě, že je linka A schopna dle tabulky číslo 8 vyrobit  $285 \text{ m}^2/\text{den}$ , což činí  $10,16 \text{ m}^2/\text{hod.}(P_{lh})$ , roční produkce vybrané linky bude ( $R_{plA}$ ) tvořit  $0,094 \text{ mil. M}^2/\text{rok}$ .

$$\text{Tedy} \quad R_{plA} = 94\,000 \text{ m}^2/\text{rok}.$$

Pomocí výše uvedených výsledků dokážeme určit počet linek potřebných pro tuto výrobu ( $P_{plp}$ ).

$$P_{plp} = P_{np} / R_{plp} = 79\,262,5 / 94\,000 = 0,843 = \underline{1 \text{ ks (linka)}} \quad (12)$$

V tomto případě nemá trh tak velký potenciál, jako se předpokládá u následující aplikace, na výrobu nanovláknenného materiálu nám postačí 1 linka, v případě pokrytí 20 % světového trhu. Využití linky A bude 84,3 %, z čehož vyplývá, že bude téměř plně využita.

V případě, že je linka B, dle tabulky číslo 9, schopna vyrobit  $1032 \text{ m}^2/\text{den}$ , což činí  $43 \text{ m}^2/\text{hod.}(P_{lh})$ , vyplývá, že roční produkce linky B ( $R_{plB}$ ) tvoří  $0,377 \text{ mil. m}^2/\text{rok}$ .

$$\text{Tedy} \quad R_{plB} = 377\,000 \text{ m}^2/\text{rok}.$$

Pomocí výše uvedených výsledků opět určíme počet linek potřebných pro tuto výrobu ( $P_{plp}$ )

$$P_{plp} = P_{np} / R_{plp} = 79\,262,5 / 377\,000 = 0,210 = \underline{1 \text{ ks (linka)}} \quad (13)$$

Na výrobu nanovláknenného materiálu nám postačí 1 linka, v případě pokrytí 20 % světového trhu. Využití linky B bude pouze z 21,0 %, z čehož vyplývá, že by v tomto případě nebyla dostatečně ekonomicky využita., a proto pro nás bude výhodnější linka s jedním zvláknovacím modulem, tedy linka A.

### 5.2.2 Hemodialýza

Pro výpočty byly použity hodnoty filtru Ultraflux AV 600S, který vyrábí firma Fresenius Medical Care, patřící mezi největší výrobce dialyzační techniky.

- |  |  |
|--|--|
| 1) Membránový materiál                 | Polysulfon (typ Ultraflux AV 600S) <sup>2</sup>  |
| 2) Doporučená doba užívání             | 72 hod. <sup>3</sup>                             |
| 3) Účinná plocha ( $\dot{U}_{pfh}$ )   | 1,4 m <sup>2</sup> (hodnota, udávající výrobcem) |
| 4) Cena (průměrná) ( $C_{pf}$ )        | 4000 Kč (uvedeno výrobcem)                       |
| 5) Cena 1m <sup>2</sup> ( $C_{1m^2}$ ) |  |

$$C_{1m^2} = C_{pf} / \dot{U}_{pfh} = \underline{2857 \text{ Kč}} \quad (14)$$

- |  |          |
|--|----------|
| 6) Počet pacientů pro rok 2010 ve světě ( $P_p$ ) [26] | 2,1 mil. |
| 7) Průměrný počet dialýz na 1 pacientů/ týd. ( $P_d$ ) | 3 krát   |

Pozn.: Počet týdnů pro rok 2010 ( $P_t$ ), tedy 52.

- 8) Celkový počet potřebných filtrů ( $C_{pfd}$ )

$$(C_{pfd}) = P_p * P_d * P_t = \underline{327,6 \text{ mil.}} \quad (15)$$

<sup>2</sup> Kapilární hemofiltr pro léčbu kontinuální náhradu ledvin od firmy Fresenius Medical Care.

<sup>3</sup> Dialyzační membrány jsou jednorázové, tedy na každou novou dialýzu (trvající cca.5 hod.) je použita nová membrána. Doporučená doba 72 hod. je udána pro dlouhodobě nemocné pacienty, ležící na lůžku, potřebující dialýzu po delší dobu

Cena 1m<sup>2</sup> nanovláknenné vrstvy u linky A by v tomto případě stála 589,0 Kč (cena uvedená v tabulce o nanovlákněch, hodnota 30,0 vynásobená aktuálním kurzem dolaru). Cena pro výše uvedený filtr při ploše 1, 4 m<sup>2</sup> by tím pádem byla 824,9 Kč.

Cena 1m<sup>2</sup> nanovláknenné vrstvy u linky B by v tomto případě stála 324,1 Kč (cena uvedená v tabulce o nanovlákněch, hodnota 16,5 vynásobená aktuálním kurzem dolaru). Cena pro výše uvedený filtr při ploše 1,4 m<sup>2</sup> by tím pádem byla 453,7 Kč

### *Odhad*

Zvažujeme-li pokrytí světového trhu ( $P_{sth}$ ) z 1 %,

$$P_{sth} = 1 \% \text{ z hodnoty } C_{pfd} = \underline{3\,276\,000 \text{ ks}} \quad (16)$$

bude třeba vyrobit 16 380 000 filtrů, při ploše 1,4 m<sup>2</sup>. Nanovláknenná vrstva by v tomto případě tvořila plochu ( $P_{nh}$ )

$$P_{nh} = \dot{U}_{pfh} * P_{sth} = \underline{4\,586\,400 \text{ m}^2} \quad (17)$$

V případě, že je linka A dle tabulky schopna vyrobit 52 m<sup>2</sup>/ den, což činí 2,16 m<sup>2</sup> /hod.(  $P_{lh}$ ). Roční produkce vybrané linky bude ( $R_{plA}$ ) .

$$R_{plA} = \underline{0,019 \text{ mil.} = 19\,000 \text{ m}^2 / \text{rok}}$$

Pomocí výše uvedených výsledků dokážeme určit počet linek potřebných pro tuto výrobu (  $P_{plhA}$ )

$$P_{plhA} = P_{nh} / R_{plA} = 241,4 \text{ ks} = \underline{242 \text{ linek}} \quad (18)$$

V případě, že je linka B dle tabulky schopna vyrobit 208 m<sup>2</sup>/ den, což činí 8,67 m<sup>2</sup> /hod.(  $P_{lh}$ ). Roční produkce vybrané linky je ( $R_{plB}$ ) .

$$R_{plB} = \underline{0,076 \text{ mil.} = 76\,000 \text{ m}^2 / \text{rok}}$$

Pomocí výše uvedených výsledků dokážeme určit počet linek potřebných pro tuto výrobu (  $P_{plhB}$ )

$$P_{plhB} = P_{nh} / R_{plB} = 60,35 \text{ ks} = \underline{61 \text{ linek}} \quad (19)$$

I přes to, že zvažujeme pouze 1% obsazenost světového trhu, jde o obrovskou spotřebu nanovláknenného materiálu. Vzhledem k tomu, že má trh obrovský potenciál, bude

třeba využít 242 linek typu A, na pokrytí 1 % světového trhu. V případě linky B jde o rapidní pokles, kdy k pokrytí 1 % světové produkce „stačí“ 61 linek. V tomto případě pro nás bude vhodnější linka B, která dokáže vyrobit filtr o velikosti  $1,4 \text{ m}^2$  za 453,7 Kč, oproti lince A, která je schopna vyrobit filtr o stejné velikosti za 824,9 Kč, pořizovací náklady jsou tedy téměř dvojnásobné. Je třeba také zmínit ceny linek, kdy linka A stojí 21 721 840 Kč, zatímco linka B 46 507 520 Kč.

## 6 Příležitosti a překážky zavedení inovativního produktu

Každá firma, zavádějící nový výrobek na trh musí počítat s určitými překážkami. Počínaje nedůvěrou zákazníků, přes cenu, propagaci, vysoké zaváděcí náklady. Jako největší překážku vidím cenu linky, vzhledem k její obrovské investice. Ke zvážení příležitostí a překážek zavedení nového - inovovaného výrobku na trh nám pomůže vytvoření tzv. swot analýzy, což je metoda, pomocí které si identifikujeme možné příležitosti či hrozby inovovaného produktu.

### 6.1 Swot analýza

Metoda, pomocí které je možné identifikovat silné a slabé stránky, příležitosti a hrozby. Jedná se o analýzu užívanou především v marketingu, s jejíž pomocí je snadnější nalézt možné problémy nebo nové možnosti růstu. Swot analýza je součástí strategického plánování. Tato metoda spočívá v klasifikaci a ohodnocení jednotlivých faktorů. [27]

<b><u>Vnitřní faktory</u></b>	<b><u>Silné stránky</u></b> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Novinka (nápad)</li><li>➤ Lepší vlastnosti výrobku</li><li>➤ Kvalita</li></ul>	<b><u>Slabé stránky</u></b> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Cena</li><li>➤ Neznalost</li><li>➤ Nedostatečná propagace</li></ul>
<b><u>Vnější faktory</u></b>	<b><u>Příležitosti</u></b> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Zvědavost zákazníků</li><li>➤ Touha vyzkoušet</li><li>➤ Inovace, již existujících, výrobků</li><li>➤ Minimální konkurence</li></ul>	<b><u>Hrozby</u></b> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Nedůvěra zákazníků</li><li>➤ Neochota vyzkoušet nový produkt</li><li>➤ Možná konkurence</li><li>➤ Složitost výroby</li><li>➤ Vysoké počáteční náklady</li><li>➤ Drahá výrobní linka</li></ul>

Tabulka 11 SWOT analýza inovovaného výrobku

Tato SWOT analýza popisuje veškeré faktory, které mohou ovlivnit inovovaný výrobek. Silné a slabé stránky jsou vnitřní faktory, které se dají výrobcem ovlivnit. Podíváme-

li se na silné stránky inovativního produktu, kvalita či lepší vlastnosti výrobku jsou výrobcem ovlivnitelné, zjednoduším-li to, nejdůležitější pro firmu je mít dobrý nápad, jiný a lepší, než má konkurence. Ovlivnitelnost platí i pro slabé stránky, firmy uvádějící nový výrobek na trh musí v první řadě počítat s počátečními vysokými náklady, nelze hned ze začátku „nasadit“ vysokou cenu, která by odradila potenciálního zákazníka. Nový výrobek je také třeba správně uvést na trh a do podvědomí zákazníků, nedostatečná propagace může i sebelepší výrobek odsoudit k neúspěchu.

Mezi vnější faktory, které jsou neovlivnitelné patří příležitosti a hrozby, neboli překážky výrobku. Mezi příležitosti výrobku bezesporu patří touha a zvědavost zákazníků vyzkoušet něco nového. Další příležitostí, kterou v tabulce uvádím je inovace stávajícího výrobku. Znají-li potenciální zákazníci starý výrobek a jsou spokojeni, zajisté rádi vyzkouší stejný produkt vylepšený o řadu vlastností. Přinese-li firma na trh novinku, předpokládá se v zprvu minimální konkurence. Záleží na strategii každé firmy, zda se na trhu dokáže uplatnit rychleji, než potenciální konkurence. Hrozbou pro inovaci výrobku může být nedůvěra zákazníka, neochota výrobek vyzkoušet, dále složitost výroby či vysoké náklady na výzkum. V těchto případech záleží na konkrétní firmě, zda mají podložen předpoklad pro úspěšný prodej a tudíž se jim počáteční investice do budoucna vyplatí.

## **6.2 Zdravotnictví a potravinářství z pohledu legislativy**

### **➤ Zdravotnictví**

*Základní požadavky na zdravotnické prostředky stanovuje nařízení vlády č. 336/2004 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na zdravotnické prostředky, v souladu se směrnicí 93/42/EHS.*

*Nařízení vlády stanoví základní požadavky na tyto výrobky z hlediska jejich bezpečnosti a klasifikační pravidla pro začlenění ZP do tříd podle rizika použití. Dále stanovuje jednotlivé povinnosti výrobců při uvádění výrobků na trh a uvádí možné postupy posouzení shody. Pro sterilní nebo měřicí zdravotnické prostředky třídy I a pro všechny prostředky tříd IIa, IIb, III předepisuje při posuzování shody povinnou účast autorizované osoby. [50]*



Vyhovující výrobky, nejen pro lékařství, se poznají tak, že jsou označeny symbolem CE a výrobce musí při nákupu dodat „prohlášení o shodě“, čímž přebírá odpovědnost za to, že jeho výrobky splňují požadavky na bezpečnost, uvedené v normě ČSN EN 13785. [49]

***Systém řízení kvality pro obor zdravotnických prostředků** rozšiřuje požadavky systému řízení vybudovaného podle požadavků normy ISO 9001 v oblastech, kde je nutné a vhodné naplnit další požadavky v zájmu ochrany života a zdraví konečných uživatelů prostředků (pacientů). Norma ISO 13485 na rozdíl od normy ISO 9001 nevyžaduje neustálé zlepšování systému řízení, klade důraz na udržování efektivnosti systému.*

***ISO 13485:2003** specifikuje nad rámec požadavků ISO 9001 zejména požadavky na sledovatelnost produktu (vazba dodavatel - výrobce - distributor - zákazník - konečný uživatel/ pacient), na zachování shody produktu v průběhu zpracování a dodání až do místa určení, vydávání a uplatňování informativních upozornění a v neposlední řadě také povinnost oznamování nežádoucích příhod. Zavedení systému řízení kvality zahrne také požadavky legislativy, které firmám v oboru zdravotnických prostředků ukládá zejména zákon č. 123/2000 Sb. o zdravotnických prostředcích, a související vyhlášky vydané pro aktivní a neaktivní zdravotnické prostředky, resp. diagnostické zdravotnické prostředky in vitro. [55]*

Zdravotní testy a vývoj je „běh na dlouhou trať“, jde o dlouhodobou a finančně náročnou záležitost. Filtrům s využití nanovláken, je v první řadě nutno prokázat zdravotní nezávadnost. Předpokládané uvedení na trh je díky těmto okolnostem odhadováno na rok 2020.

#### ➤ Potravinářství

ISO 22000 - velmi obecně lze říci, že norma ISO 22000 specifikuje požadavky na systém managementu bezpečnosti potravin, ve kterém organizace potřebuje dokázat svoji schopnost řídit rizika spojená se zajištěním zdravotní nezávadnosti potravin. Cílem je trvale poskytovat bezpečný produkt – produkt, který bude vyhovovat nejen požadavkům zákazníků, ale i předpisům na bezpečnost potravin. [54]

## 7 Závěr a diskuse výsledků

Úkolem této diplomové práce bylo seznámení se současným stavem a možností výroby kapalinových filtrů. Dále charakteristika inovativnosti filtrů pro medicínu a biotechnologii s využitím nanovláken a v neposlední řadě analýza a technologicko – ekonomické zhodnocení současného trhu v oboru kapalinové filtrace. V tomto daném tržním segmentu bylo třeba odhadnout vliv různých faktorů. Práce vznikala s odbornými zkušenostmi firmy Elmarco s.r.o. a po hrubé analýze byly vybrány dvě nejzajímavější aplikace, které byly dále detailněji zpracované.

Strukturu této práce lze shrnout do následujících bodů:

1. Dle požadavků firmy Elmarco s.r.o. a po hrubé analýze trhu, byly vybrány dvě aplikace. Jako nejzajímavější aplikace v medicíně byla vybrána kapalinová filtrace při dialýze, kde byl vzhledem ke každoročnímu nárůstu pacientů, který je neovlivnitelný, předpoklad zvyšující se poptávku po filtračních materiálech.

Druhá aplikace, kterou jsme na základě zajímavosti s Elmarcem vybrali, je kapalinová filtrace v biotechnologii - v potravinářství, a to konkrétně filtrace piva.

Jeden z hlavních důvodů pro tento výběr byl takový, že na trhu neexistují filtry inovované nanovlákenou vrstvou využívající se při filtraci těchto dvou aplikací. Další důvod byl atraktivnost, na trhu existuje poptávka po efektivnějších filtrech, ale výroba se zatím moc neujala. Důvody, proč je tomu tak, mohou být setrvačnost trhu, vysoké pořizovací náklady či neinformovanost potenciálních zákazníků.

2. Technologicko – ekonomického zhodnocení popisuje a porovnává pomocí výpočtů, ceny filtrů s použitím a bez použití nanovláken. Tato kapitola dále detailněji popisuje technologii výroby nanovláken, náklady na den 1 a 4 – unitové linky (tzn. linka s 1 a 4 zvláknovacími moduly). Pomocí prvních výpočtů se nám podařilo porovnat filtrační hmoty v podobě křemeliny a membrány. Z těchto výpočtů je zřejmé, že membránová filtrace má vyšší pořizovací náklady než křemelinová filtrace, kdy náklady na membránu činí 3,34 Kč/hl a na křemelinu 2 Kč/hl. Vzhledem k lepším vlastnostem membránové filtrace jsme tento výsledek očekávali. Membránová filtrace má mnoho výhod. Za prvé je šetrnější nejen ke kapalině, ale i k životnímu prostředí. Konkrétně u filtrace piva zaručují membrány lepší senzorickou stabilitu, která je způsobena nerozpouštěním železa v kapalině - pivu. Dále mají rozdílný tlakový spád. Čím menší

tlakový spád, tím nižší spotřeba energie. V této kapitole dále porovnáváme náklady jednotlivých typů linek. Při filtraci piva bylo zjištěno, že na pokrytí 20 % světového trhu nám postačí 1 - modulová zvlákňovací linka, při využitelnosti 84,3 %, za rok. Oproti druhé aplikaci, kdy máme požadavek na pokrytí pouze 1 % světové produkce, budou zapotřebí 4 - modulové zvlákňovací linky v celkovém počtu 61. Linka A nám vyrobí nanovláknenný filtr pro filtraci piva za 117,84 Kč a pro filtraci krve při dialýze za 842,9 Kč. V porovnání s linkou B, která dokáže vyrobiť filtr pro filtraci piva za 64,81 Kč a pro filtraci krve při dialýze 453,7 Kč. Linka B je sice schopna vyrobiť nanovláknenný filtr pro filtraci piva levněji, ale vzhledem k tomu, že by její vytiženost byla nedostatečná – pouze 21%, nebylo by ekonomické investovat do tohoto typu linky. Nelze očekávat na tomto trhu vyšší využití této linky. Vzhledem k neprovedeným zdravotním testům těchto filtrů, které o dost zvýší jejich následnou cenu, jsou nanovláknenné filtry v této fázi výrazně levnější.

3. V poslední části byla odhadnuta řada příležitostí a překážek, při zavedení inovovaného produktu s využitím nanovláken, na trh. Odhad vznikl v souvislosti s vysokými nároky na čistotu a bezpečnost nových produktů. Vzhledem k těmto všem faktorům je odhad zavedení nanovláknenného filtru, pro dialýzu, tipován na rok 2020. U nanovláknenného filtru pro filtraci piva je předpoklad kratší, tedy rok 2014.

## 8 Použitá literatura

- [1] *Wikipedia* [online]. 2008, 2010-04-15 [cit. 2009-11-09]. Biotechnologie. Dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Biotechnologie>>.
- [2] *Wikipedia* [online]. 2007, 2010-04-28 [cit. 2009-11-09]. Medicína. Dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/L%C3%A9ka%C5%99stv%C3%AD>>.
- [3] HRŮZA, Jakub. *Filtrace* [online]. KNT : 2005 [cit. 2010-03-03]. Filtrace a filtrační materiály. Dostupné z WWW: <<http://www.ft.vslib.cz/depart/knt/nove/dokumenty/studmaterialy/filtr.pdf>>.
- [4] *Wikipedia* [online]. 2005, 2010-04-18 [cit. 2010-01-03]. Revezní osmóza. Dostupné z WWW: <[http://cs.wikipedia.org/wiki/Reverzn%C3%AD\\_osm%C3%B3za](http://cs.wikipedia.org/wiki/Reverzn%C3%AD_osm%C3%B3za)>.
- [5] *Eufic* [online]. 2005 [cit. 2009-12-18]. Membránová filtrace. Dostupné z WWW: <http://www.eufic.org/article/cs/food-technology/food-processing/artid/membranova-filtrace-kvality-potravin/>
- [6] *Wikipedia* [online]. 2009, 2010-03-19 [cit. 2010-03-20]. Hemodialýza. Dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Hemodial%C3%BDza>>.
- [7] *NEFROLOGIE* [online]. 2009 [cit. 2010-05-03]. Hemodialýza. Dostupné z WWW: <<http://www.nefrologie.eu/cgi-bin/main/read.cgi?page=hemodialyza>>.
- [8] *IKEM* [online]. c2006 [cit. 2010-03-20]. Peritoneální dialýza. Dostupné z WWW: <<http://www.ikem.cz/www?docid=1004212>>.
- [9] *Společnost DaT : Společnost dialyzovaných a transplantovaných* [online]. 2002 [cit. 2010-03-21]. Dialýza. Dostupné z WWW: <<http://www.znovu.cz/sdat/>>.
- [10] *B.BRAUN MEDICAL* [online]. 2008 [cit. 2010-02-13]. Dialýza- bezpečnost. Dostupné z WWW:<<http://braunoviny.bbraun.cz/clanky/tri-kroky-k-vyssi-kvalite-a-bezpecnosti-dialyzy>>.
- [11] *INMED* [online]. c2007 [cit. 2010-03-20]. Princip dialýzy. Dostupné z WWW: <[http://www.inmed.cz/index.php?page=princip\\_dialyzy](http://www.inmed.cz/index.php?page=princip_dialyzy)>.

- [12] HAJSKÝ, Luděk. *B.Braun Medical : Dialog* [online]. 2009 [cit. 2010-05-03]. Reverzní osmóza při dialýze. Dostupné z WWW: <[http://www.bbraun-avitum.cz/doc/doc\\_download.cfm?uuid=2328C044E83CEAD28D0D42BE0EB5AAAE&&IRACER\\_AUTOLINK&&](http://www.bbraun-avitum.cz/doc/doc_download.cfm?uuid=2328C044E83CEAD28D0D42BE0EB5AAAE&&IRACER_AUTOLINK&&)>.
- [13] HAJSKÝ, Luděk. *B.Braun Medical : Dialog* [online]. 2009 [cit. 2010-05-03]. Dialyzátor. Dostupné z WWW: <[http://www.bbraun-avitum.cz/doc/doc\\_download.cfm?uuid=5D0CF9FCD37AC2E09117C74FD171590F&&IRACER\\_AUTOLINK&&](http://www.bbraun-avitum.cz/doc/doc_download.cfm?uuid=5D0CF9FCD37AC2E09117C74FD171590F&&IRACER_AUTOLINK&&)>.
- [14] *Tradiční technologie výroby piva : Pivo* [online]. 2005 [cit. 2010-01-10]. Výroba piva. Dostupné z WWW: <<http://www.sci.muni.cz/mikrob/kvasbiotech/pivo/tradpiv.html>>.
- [15] DOLEŽAL, Vladimír. *Gastro server* [online]. 2008 [cit. 2010-05-03]. Pivo. Dostupné z WWW: <<http://www.gastro-server.com/jpz/pagepiti/pivo.php>>.
- [16] ŠTEFEK, Jiří. *Byznys Týden* [online]. 2010-03-11 [cit. 2010-04-03]. Světová produkce piva. Dostupné z WWW: <[http://www.tyden.cz/rubriky/byznys/svet/svetova-produkce-piva-loni-rostla-ale-jen-nepatrne\\_161781.html](http://www.tyden.cz/rubriky/byznys/svet/svetova-produkce-piva-loni-rostla-ale-jen-nepatrne_161781.html)>.
- [17] BOUČEK, Jan . *Technologie výroby piva* [online]. 2001-02-19 [cit. 2010-03-02]. Technologie výroby piva. Dostupné z WWW: <<http://beerthesis.sweb.cz/start.htm>>.
- [18] BÍLEK FILTRY : *Filtry* [online]. 2004 [cit. 2010-05-03]. Filtrace. Dostupné z WWW: <<http://www.filtrace.com/cz/?filtry=fks01>>.
- [19] *DORMEO* [online]. 2006- 2008 [cit. 2010-05-01]. Pivo. Dostupné z WWW: <<http://www.dormeo.cz/pivo-160959-4578-a.html>>.
- [20] MAREČEK, Jiří . *Plzeňsky Prazdroj* [online]. 2009-02-12 [cit. 2010-04-24]. Membránová filtrace. Dostupné z WWW: <<http://www.prazdroj.cz/cz/promedia/aktualne/631>>.
- [21] *ORGISCO* [online]. 2006 [cit. 2010-04-17]. Beer Membrane Filtration. Dostupné z WWW: <<http://www.orgisco.com/solution.html>>.

- [22] Nanospider In *Wikipedia otevřená encyklopedie* [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, , 2009-11-15 [cit. 2010-02-03]. Dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Nanospider>>.
- [23] *INOVACE* [online]. c2007 [cit. 2010-02-03]. Nanovlákná-materiál budoucnosti. Dostupné z WWW: <<http://web45.westcom.cz/for-high-tech/nanotechnologie/clanek/nanovlakna---material-budoucnosti-/>>.
- [24] TUČEK, Josef. *Aktualne.cz* [online]. 2008-12-03 [cit. 2010-05-03]. Nanotechnologie. Dostupné z WWW: <<http://aktualne.centrum.cz/veda/clanek.phtml?id=397775>>.
- [25] *Enjoy* [online]. 2008 [cit. 2010-02-03]. Analýza trhu. Dostupné z WWW: <<http://www.g2studio.cz/pruzkum-trhu-analyza-trhu>>.
- [26] *B.BRAUN MEDICAL* [online]. 2008-2010 [cit. 2010-02-03]. Počet dialyzovaných ve světě. Dostupné z WWW: <[http://braunoviny.bbraun.cz/clanky/novy-system-primeho-mereni-dialyzacni-davky-adimea/%20\)/>](http://braunoviny.bbraun.cz/clanky/novy-system-primeho-mereni-dialyzacni-davky-adimea/%20)/>)>.
- [27] *Wikipedia* [online]. 2005, 2010-04-22 [cit. 2010-04-27]. Swot analýza. Dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/SWOT>>.
- [28] *Elmarco* [online]. 2006 [cit. 2010-04-03]. Elmarco. Dostupné z WWW: <<http://www.elmarco.com/?lang=1>>.
- [29] *Elmarco* [online]. 2004-2010 [cit. 2010-05-03]. Technologie. Dostupné z WWW: <<http://www.elmarco.com/technology/technologie-nanospider%3Csup%3Etm%3Csup%3E/>>.
- [30] ZOUZALÍK, Marek. *21.století* [online]. 2005-21-01 [cit. 2010-04-28]. Unikátní technologie pro výrobu nanovláken. Dostupné z WWW: <<http://www.21stoleti.cz/view.php?cislocclanku=2005012122>>.
- [31] ELMARCO. *NANOFORLIFE* [online]. 2008 [cit. 2009-11-12]. Dostupný z WWW: <[download.mpo.cz/get/34480/39088/450686/priloha004.pdf](http://download.mpo.cz/get/34480/39088/450686/priloha004.pdf)>.
- [32] *Lenntech* [online]. 2009 [cit. 2010-03-03]. Membrane Technology. Dostupné z WWW: <<http://www.lenntech.com/membrane-technology.htm>>.

- [33] *TZBinfo* [online]. c2001-2010 [cit. 2010-03-12]. Úprava kapalin membránovou filtrací. Dostupné z WWW: <<http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=4082>>.
- [34] *SISW s.r.o.* [online]. 2006-2008 [cit. 2010-01-01]. Reverzní osmóza. Dostupné z WWW: <[http://sisw.cz/sisw/downloads/SISW\\_reverzni\\_osmoza\\_RevC.pdf](http://sisw.cz/sisw/downloads/SISW_reverzni_osmoza_RevC.pdf)>.
- [35] *Fresenius Medical Care* [online]. 2006 [cit. 2010-02-21]. Více než dialýza. Dostupné z WWW: <<http://www.fresenius.cz/>>.
- [36] *B.Braun- Avitum* [online]. 2010 [cit. 2010-03-21]. Dialýza. Dostupné z WWW: <<http://www.bbbraun-avitum.cz/>>.
- [37] HOUSER, Pavel. *Diamantová dialýza* [online]. 2008-11-25 [cit. 2009-12-02]. Science World. Dostupné z WWW: <<http://scienceworld.cz/medicina/diamantova-dialyza-254>>.
- [38] *B.Braun Medical : Fakta a čísla* [online]. c2010 [cit. 2010-05-03]. Společnost. Dostupné z WWW: <<http://www.bbbraunweb.cz/index.cfm?00A304AE2A5AE626630E6BA978F2332E>>.
- [39] *Donaldson Company, Inc.* [online]. c2002-2008 [cit. 2010-03-03]. Dostupné z WWW: <<http://www.emea.donaldson.com/en/index.html>>.
- [40] *Nanofmgroup* [online]. 2005 [cit. 2010-01-04]. Products. Dostupné z WWW: <<http://www.nanofmgroup.com/>>.
- [41] *Millipore* [online]. 2007 [cit. 2010-05-01]. Company. Dostupné z WWW: <<http://www.millipore.com/>>.
- [42] *Wikipedia* [online]. 2009, 2009-02-08 [cit. 2010-02-04]. Dialyzační roztok. Dostupné z WWW: <[http://cs.wikipedia.org/wiki/Dialyza%C4%8Dn%C3%AD\\_roztok#Slo.C5.BEen.C3.AD\\_dialyza.C4.8Dn.C3.ADho\\_roztoku](http://cs.wikipedia.org/wiki/Dialyza%C4%8Dn%C3%AD_roztok#Slo.C5.BEen.C3.AD_dialyza.C4.8Dn.C3.ADho_roztoku)>.
- [43] *Norit* [online]. 2007 [cit. 2010-05-07]. Process Technology. Dostupné z WWW: <<http://www.noritpt.com/about%20us/>>.
- [44] *Pall corporation* [online]. c2010 [cit. 2010-05-07]. About PALL. Dostupné z WWW: <<http://www.pall.com/>>.

- [45] *Clarkor UK* [online]. c2002, 2007-02-01 [cit. 2010-05-07]. Home. Dostupné z WWW: <<http://www.clarcoruk.com/>>.
- [46] *DOW* [online]. c1995-2010 [cit. 2010-05-07]. Our company. Dostupné z WWW: <<http://www.dow.com/>>.
- [47] *Hollingsworth & Vose* [online]. 1999-2010 [cit. 2010-05-07]. Product Groups. Dostupné z WWW: <<http://www.hollingsworth-vose.com/>>.
- [48] *Diplomová práce* [online]. Brno : 2007-12-13 [cit. 2010-05-07]. Historie Hemodialýzy. Dostupné z WWW: <[http://is.muni.cz/th/204421/lf\\_m/DP\\_MZakova\\_2007.txt](http://is.muni.cz/th/204421/lf_m/DP_MZakova_2007.txt)>.
- [49] *ZDN.CZ* [online]. c2007-2010 [cit. 2010-05-08]. Zkoušení zdravotnických prostředků podle ČSN EN 13795. Dostupné z WWW: <<http://www.zdn.cz/clanek/sestra/zkouseni-zdravotnickych-prostredku-podle-csn-en-13795-435455>>.
- [50] *MINISTERSTVO ZDRAVOTNICTVI ČESKÉ REPUBLIKY* [online]. c2008 [cit. 2010-05-08]. Zdravotnické prostředky. Dostupné z WWW: <<http://legislativa.mzcr.cz/Pages/217-zdravotnicke-prostredky.html>>.
- [51] *LENSER Filtration GmbH* [online]. c2007 [cit. 2010-05-11]. Filtration. Dostupné z WWW: <<http://www.exe-internet.de/lenser/en/frameset1.htm>>.
- [52] *Nefrologie* [online]. c2005 [cit. 2010-05-12]. Dialyza. Dostupné z WWW: <<http://www.tigis.cz/AVN/AVN101/06sulko.htm>>.
- [53] *Orgixko Vietnam Company* [online]. 2006 [cit. 2010-05-13]. Who were are, membrane filtration. Dostupné z WWW: <<http://www.orgisco.com/company.html#whoarewe>>.
- [54] *Perspektivy jakosti* [online]. c2010 [cit. 2010-05-13]. Norma ISO 22000. Dostupné z WWW: <<http://www.perspektivyjakosti.cz/k-hlavnimu-tematu/norma-iso-22000-neni-jen-pro-potravinare.html>>.
- [55] *EISO.cz* [online]. c2006 [cit. 2010-05-13]. ISO. Dostupné z WWW: <<http://www.eiso.cz/poradenstvi/nase-sluzby/ISO+13485/>>.



[56] *Wikipedia* [online]. c2010 [cit. 2010-05-14]. Cross - flow filtration. Dostupné z WWW:

[57] Interní informace firmy Elmarco s.r.o.

[58] *GE OSMONICS LABSTORE* [online]. 1995 - 2010 [cit. 2010-05-11]. GE PES Membranes. Dostupné z WWW:

## Příloha 1 Data jednotlivých linek

**Výpočty produkce nanovláken z materiálu Polyamid 6, pro 1 - unitovou linku (s jedním zvlákňovacím modulem)**

### Ceny a sazby

<b>Směnný kurz \$/ CZK</b>	19,64	CZK <sup>4</sup>
<b>Personální náklady na práci / hodina</b>	16	USD/ hr (315 CZK / hod)
<b>Cena za energii</b>	5	CZK/ kW/ h
<b>Cena za energii – katalytické spalování</b>	0,95	CZK/ kW/ h
<b>Cena za stlačený vzduch</b>	0,05	CZK/ l
<b>Náklady na vybavení/měsíc ( cena za prostory)</b>	50	CZK/ m <sup>2</sup>
<b>Používaný rozměr</b>	500	m <sup>2</sup>

Tabulka Cena s sazby

### Základní data

<b>Cena linky</b>	1 106 000 \$	(21 721 840 CZK)
<b>Typ linky</b>	PA6	
<b>Provozní šíře linky</b>	1,6	m
<b>Počet plnicích vozíků</b>	1	pcs
<b>Počet zvlákňujících linek (modulů)</b>	1	pcs
<b>Denní využití linky</b>	24	hodin
<b>Počet roků do odpisu investice</b>	4	rok
<b>Zpracování odpadního vzduchu</b>	Scrubber	„plynová pračka“
<b>Servisní přestávky (plánované/neplánované)</b>	13	%
<b>Čistá provozní doba</b>	20,88	hodin

Tabulka základních dat

### Výpočet nákladů za den

<b>Náklady</b>	<b>CZK</b>	<b>%</b>
<b>Personální náklady</b>	7 541,76	25 %
<b>Materiál</b>	4 869,35	16 %
<b>Energie</b>	1 778,01	6 %
<b>Náklady spojené s odpady</b>	580,56	2 %
<b>Odpisy</b>	14 877,89	49 %
<b>Vybavení</b>	962,75	3 %
<b>Celkem náklady/den</b>	<b>30 610,5</b>	<b>100%</b>

<sup>4</sup> Pozn. Aktuální kurz ke dni 2010-05-04

Tabulka výpočtů nákladů na den

#### Výstupy/ náklady

<b>Základní Hmotnost</b> <b>g/m<sup>2</sup></b>	<b>Konstantní rychlost linky (m/min)</b>	<b>Konstantní rychlost (m/min)</b>	<b>Průměr vláken (nm)</b>	<b>m<sup>2</sup>/den</b>	<b>Den/rok</b>	<b>m<sup>2</sup>/rok (mil.)</b>	<b>\$/m<sup>2</sup> (bez linky</b>	<b>\$/m<sup>2</sup> (s linkou)</b>
1	0,25	0,25	100	511	365	0,186	1,5	3,1
2	0,13	0,13	100	258	365	0,094	2,9	6,0
10	0,03	0,03	100	52	365	0,019	14,5	30,0

Tabulka Výstup/ náklady

#### **Výpočty produkce nanovláken z materiálu Polyamid 6, pro 2 - unitovou linku (s dvěma zvláknovacími moduly )**

#### Ceny a sazby

Směnný kurz \$/ CZK	19,64	CZK <sup>5</sup>
<b>Personální náklady na práci / hodina</b>	16	USD/ hr (315 CZK / hod)
<b>Cena za energii</b>	5	CZK/ kW/ h
<b>Cena za energii – katalytické spalování</b>	0,95	CZK/ kW/ h
<b>Cena za stlačený vzduch</b>	0,05	CZK/ l
<b>Náklady na vybavení/měsíc ( cena za prostory)</b>	50	CZK/ m <sup>2</sup>
<b>Používaný rozměr</b>	500	m <sup>2</sup>

Tabulka Ceny a sazby

<sup>5</sup> Pozn. Aktuální kurz ke dni 2010-05-04

19,64 Kč/ \$

### Základní data

Cena linky	1 552 000 \$	(30 481 280 CZK)
Typ linky	PA6	
Provozní šíře linky	1,6	m
Počet plnicích vozíků	1	pcs
<b>Počet zvlákňujících linek (modulů)</b>	<b>2</b>	<b>pcs</b>
Denní využití linky	24	hodin
Počet roků do odpisu investice	4	rok
Zpracování odpadního vzduchu	Scrubber	„plynová pračka“
Servisní přestávky (plánované/neplánované)	13	%
Čistá provozní doba	20,88	hodin

Tabulka Základní data

### Výpočet nákladů za den

Náklady	CZK	%
Personální náklady	8 170,24	19 %
Materiál	9 565,47	22 %
Energie	2 453,82	6 %
Náklady spojené s odpady	1 126,55	3 %
Odpisy	20 877,89	48 %
Vybavení	962,75	2 %
Celkem náklady/den	<b>43 156,9</b>	<b>100%</b>

Tabulka Výpočty nákladů

### Výstupy/ náklady

Základní Hmotnost g/m <sup>2</sup>	Konstantní rychlost linky (m/min)	Konstantní rychlost (m/min)	Průměr vláken (nm)	m <sup>2</sup> /den	Den/rok	m <sup>2</sup> /rok (mil.)	\$/m <sup>2</sup> (bez linky)	\$/m <sup>2</sup> (s linkou)
1	0,25	0,51	100	1 022	365	0,373	1,1	2,2
2	0,13	0,26	100	516	365	0,188	2,1	4,3
10	0,03	0,05	100	104	365	0,038	10,4	21,1

Tabulka Výstup/náklady

**Výpočty produkce nanovláken z materiálu Polyamid 6, pro - 4 unitovou linku (se čtyřmi zvláknovacími moduly )**

Ceny a sazby

Směnný kurz \$/ CZK	19,64	CZK <sup>6</sup>
Personální náklady na práci / hodina	16	USD/ hr (315 CZK / hod)
Cena za energii	5	CZK/ kW/ h
Cena za energii – katalytické spalování	0,95	CZK/ kW/ h
Cena za stlačený vzduch	0,05	CZK/ l
Náklady na vybavení/měsíc ( cena za prostory)	50	CZK/ m <sup>2</sup>
Používaný rozměr	500	m <sup>2</sup>

Tabulka Sazby a ceny

Základní data

Cena linky	2 368 000 \$	(46 507 520 CZK)
Typ linky	PA6	
Provozní šíře linky	1,6	m
Počet plnicích karet	1	pcs
Počet zvláknujících linek (modulů)	4	pcs
Denní využití linky	24	hodin
Počet roků do odpisu investice	4	rok
Zpracování odpadního vzduchu	Scrubber	„plynová pračka“
Servisní přestávky (plánované/neplánované)	13	%
Čistá provozní doba	20,88	hodin

Tabulka Základní data

Výpočet nákladů za den

Náklady	CZK	%
Personální náklady	9 427,20	14 %
Materiál	18 957,51	28 %
Energie	3 805,45	6 %
Náklady spojené s odpady	2 218,53	3 %
Odpisy	31 854,51	47 %
Vybavení	962,75	1 %
Celkem náklady/den	<b>67 225,75</b>	<b>100%</b>

Tabulka Výpočty nákladů na den

<sup>6</sup> Pozn. Aktuální kurz ke dni 2010-05-04      19,64 Kč/ \$

### Výstupy/ náklady

<b>Základní Hmotnost  g/m<sup>2</sup></b>	<b>Konstantní rychlost linky (m/min)</b>	<b>Konstantní rychlost (m/min)</b>	<b>Průměr vláken (nm)</b>	<b>m<sup>2</sup>/den</b>	<b>Den/rok</b>	<b>m<sup>2</sup>/rok (mil.)</b>	<b>\$/m<sup>2</sup> (bez linky)</b>	<b>\$/m<sup>2</sup> (s linkou)</b>
1	0,25	1,02	100	2044	365	0,746	0,9	1,7
2	0,13	0,51	100	1032	365	0,377	1,7	3,3
4	0,03	0,10	100	208	365	0,076	8,4	16,5

Tabulka Výstup/náklady

### Porovnání nákladů různých typů linek za jeden den

<b>Výpočet nákladů za 1 den</b>	<b>1 - unitová linka (linka A)</b>	<b>2 – unitová linka</b>	<b>4 – unitová linka (linka B)</b>
Náklady	CZK	CZK	CZK
Personální náklady	7 541,76	8 170,24	9 427,20
Materiál	4 869,35	9 565,47	18 957,51
Energie	1 778,01	2 453,82	3 805,45
Náklady spojené s odpady	580,56	1 126,55	2 218,53
Odpisy	14 877,89	20 877,50	31 854,51
Vybavení	962,75	962,75	962,75
<b>Celkem náklady/den</b>	<b>30 610,5</b>	<b>43 156,36</b>	<b>67 225,75</b>

Tabulka Porovnání nákladů 1, 2 a 4 – unitové linky.